

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT DEM GEBIET DES PATENTWESSENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R. 36033Kut/Hx	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 00/ 01836	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 06/06/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 20/07/1999
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01J37/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>EP 0 849 766 A (APPLIED MATERIALS INC) 24. Juni 1998 (1998-06-24) Seite 2, Zeile 34 - Zeile 51 Seite 4, Zeile 15 -Seite 5, Zeile 33 Seite 10, Zeile 28 - Zeile 47 Seite 13, Zeile 1 -Seite 14, Zeile 7 Abbildung 2</p> <p>---</p>	1,3,5, 15-17
X	<p>US 5 648 701 A (HOOKE WILLIAM M ET AL) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Spalte 4, Zeile 66 -Spalte 6, Zeile 34</p> <p>---</p>	1,3,4,16
P,X A	<p>WO 99 50883 A (APPLIED MATERIALS INC) 7. Oktober 1999 (1999-10-07) Seite 5, Absatz 1 - Absatz 3 Seite 13, Absatz 2 -Seite 15, Absatz 3 Abbildungen 5-13</p> <p>---</p>	1,3-5, 16,17 22,23
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

X Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

*L. Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. November 2000

Abschlussdatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Aguilar, M.

THIS PAGE BLANK (115PT)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEGEBENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A ✓	WO 97 14177 A (MATTSON TECH INC) 17. April 1997 (1997-04-17) Seite 6, Zeile 27 -Seite 10, Zeile 3 Seite 12, Zeile 20 -Seite 14, Zeile 3 Seite 16, Zeile 7 -Seite 18, Zeile 2 Abbildungen 1,3,4 ---	7,8,15, 19,24-29
A ✓	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 08, 30. Juni 1998 (1998-06-30) 8/ JP 10 064696 A (TOKYO ELECTRON LTD), 6. März 1998 (1998-03-06) Zusammenfassung -----	10-14
P,A ✓	& US 5 997 687 A (KOSHIMIZU CHISIO) 7. Dezember 1999 (1999-12-07) Spalte 2, Zeile 42 -Spalte 3, Zeile 14 Spalte 5, Zeile 45 -Spalte 6, Zeile 26 Spalte 10, Zeile 59 - Zeile 65 -----	10-14

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

DE 00/01836

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0849766	A	24-06-1998	DE 69226253 D	20-08-1998
			DE 69226253 T	17-12-1998
			EP 0552491 A	28-07-1993
			JP 9027485 A	28-01-1997
			JP 2625072 B	25-06-1997
			JP 6112166 A	22-04-1994
			US 5888414 A	30-03-1999
			EP 0520519 A	30-12-1992
			EP 0552490 A	28-07-1993
			JP 2635267 B	30-07-1997
			JP 5206072 A	13-08-1993
US 5648701	A	15-07-1997	AU 5017293 A	29-03-1994
			WO 9406263 A	17-03-1994
WO 9950883	A	07-10-1999	US 6085688 A	11-07-2000
WO 9714177	A	17-04-1997	US 5983828 A	16-11-1999
JP 10064696	A	06-03-1998	US 5997687 A	07-12-1999



THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)
(max. 12 Zeichen) R. 36033 Kut/Hx

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Vorrichtung und Verfahren zum Ätzen eines Substrates mittels eines induktiv gekoppelten Plasmas

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart
Bundesrepublik Deutschland (DE)

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:
0711/811-23062

Telefaxnr.:
0711/811-331 81

Fernschreibnr:

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder ☐ alle Bestimmungsstaaten ☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten für folgende Staaten:

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

BECKER, Volker
Im Wiesele 7
76359 Marxzell
DE

Diese Person ist ☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten für folgende Staaten:

☒ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als: ☐ Anwalt ☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben)

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr:

☐ Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

21244510538

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so ist dieses Blatt dem Antrag nicht beizufügen.

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

LAERMER, Franz
Witikoweg 9
70437 Stuttgart
DE

Diese Person ist

☐ nur Anmelder☒ Anmelder und Erfinder☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

SCHILP, Andrea
Seelenbachweg 15
73525 Schwaebisch Gmuend
DE

Diese Person ist

☐ nur Anmelder☒ Anmelder und Erfinder☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist

☐ nur Anmelder☐ Anmelder und Erfinder☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist

☐ nur Anmelder☐ Anmelder und Erfinder☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen:

Regionales Patent

- ☐ **AP ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist.
- ☐ **OA OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist.

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> AE Vereinigte Arabische Emirate | <input type="checkbox"/> LR Liberia..... |
| <input type="checkbox"/> AL Albanien | <input type="checkbox"/> LS Lesotho..... |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien | <input type="checkbox"/> LT Litauen |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg..... |
| <input type="checkbox"/> AU Australien | <input type="checkbox"/> LV Lettland |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidschan | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau..... |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar..... |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien..... | <input type="checkbox"/> MN Mongolei |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien..... | <input type="checkbox"/> MW Malawi..... |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus..... | <input type="checkbox"/> MX Mexiko..... |
| <input type="checkbox"/> CA Kanada | <input type="checkbox"/> NO Norwegen..... |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland..... |
| <input type="checkbox"/> CN China..... | <input type="checkbox"/> PL Polen..... |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal..... |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik..... | <input type="checkbox"/> RO Rumänien |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland..... | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation..... |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark..... | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> EE Estland..... | <input type="checkbox"/> SE Schweden |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien..... | <input type="checkbox"/> SG Singapur |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland..... | <input type="checkbox"/> SI Slowenien..... |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich | <input type="checkbox"/> SK Slowakei..... |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada..... | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien..... | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan..... |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan..... |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TR Türkei..... |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago..... |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn..... | <input type="checkbox"/> UA Ukraine..... |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien | <input type="checkbox"/> UG Uganda..... |
| <input type="checkbox"/> IL Israel..... | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika..... |
| <input type="checkbox"/> IN Indien | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan..... |
| <input type="checkbox"/> IS Island | <input type="checkbox"/> VN Vietnam..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan..... | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien..... |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia..... | <input type="checkbox"/> ZA Südafrika..... |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan..... | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe..... |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea..... | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republik Korea..... | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan..... | |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

THIS PAGE RI ANK 11150701

Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPRUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Anzeichen der früheren Anmeldung	nationale Anmeldung: Staat	Ist die frühere Anmeldung eine:	
			regionale Anmeldung: * regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) 20. Juli 1999 (20.7.99)	199 33 841.8	Bundesrepublik Deutschland		
Zeile (2)				
Zeile (3)				

☒ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in Zeile(n) (1) bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem Internationalen Büro zu übermitteln:

Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der Internationalen Recherchenbehörde (ISA)
(falls zwei oder mehr als zwei Internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an: (der: Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden)
ISA/

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche: Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):
Datum (Tag/Monat/Jahr): Aktenzeichen Staat (oder regionales Amt)

Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:

Antrag : 4 Blätter
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 30 Blätter
Ansprüche : 7 Blätter
Zusammenfassung: 1 Blätter
Zeichnungen : 3 Blätter
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : Blätter
Blattzahl insgesamt : 45 Blätter

Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:

1. ☒ Blatt für die Gebührenberechnung
2. ☐ Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
3. ☐ Kopien der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden)
4. ☐ Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
5. ☐ Prioritätsbeleg(e), in Feld VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
6. ☐ Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
7. ☐ Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder biologischem Material
8. ☐ Sequenzprotokolle für Nucleotide und/oder Aminosäuren (Diskette)
9. ☒ Sonstige (einzeln auflisten): Abschrift für Prio.-Beleg

Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.): 1

Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird: Deutsch

Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

ROBERT BOSCH GMBH
Nr. 19795 AV

Volker Becker
Becker, Volker

Brix

Franz Laermer
Laermer, Franz

Andrea Schilp
Schilp, Andrea

Vom Anmeldeamt auszufüllen	
1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung	2. Zeichnungen
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:	<input type="checkbox"/> eingegangen:
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellung nach Artikel 11(2) PCT:	<input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
5. Vom Anmelder benannte Internationale Recherchenbehörde: ISA/	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen
Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) NACH DEM VERBAND ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Januar 2001 (25.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/06540 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01J 37/32**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/01836**

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juni 2000 (06.06.2000)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
199 33 841.8 20. Juli 1999 (20.07.1999) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH [US/US];** Postfach 30 02
20, D-70442 Stuttgart (US).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BECKER, Volker**

[DE/DE]; Im Wiesele 7, D-76359 Marxzell (DE). **LAER-
MER, Franz** [DE/DE]; Witikoweg 9, D-70437 Stuttgart
(DE). **SCHILP, Andrea** [DE/DE]; Seelenbachweg 15,
D-73525 Schwaebisch Gmuend (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): **JP, KR, US.**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

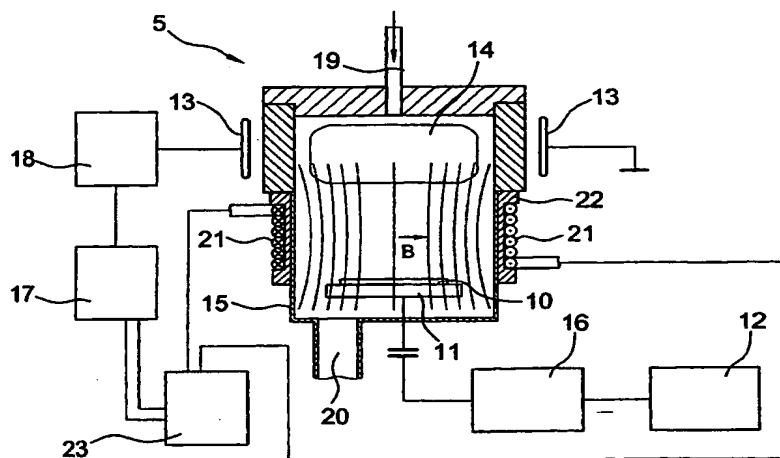
Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: **DEVICE AND METHOD FOR ETCHING A SUBSTRATE USING AN INDUCTIVELY COUPLED PLASMA**

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ÄTZEN EINES SUBSTRATES MITTELS EINES INDUKTIV
GEKOPPELTEN PLASMAS**



(57) Abstract: The invention relates to a method for etching a substrate (10), especially a silicon body, by means of an inductively coupled plasma (14) and to a device for the implementation of said method. To this end, a high-frequency electromagnetic alternating field is generated with an ICP source (13). Said field produces an inductively coupled plasma (14) consisting of reactive particles in a reactor (15). The inductively coupled plasma (14) is produced by the effect of the high-frequency electromagnetic alternating field on a reactive gas. A device, especially a magnetic field coil (21), is also provided which generates a static or temporally variable magnetic field between the substrate (10) and the ICP source (13). The magnetic field is oriented in such a way that the direction thereof is at least by approximation or substantially parallel to the direction defined by the connecting line of the substrate (10) and the inductively coupled plasma (14).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/06540 A1



(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung zum Ätzen eines Substrates (10), insbesondere eines Siliziumkörpers, mittels eines induktiv gekoppelten Plasmas (14) vorgeschlagen. Dazu wird mit einer ICP-Quelle (13) ein hochfrequentes elektromagnetisches Wechselfeld generiert, das in einem Reaktor (15) ein induktiv gekoppeltes Plasma (14) aus reaktiven Teilchen erzeugt. Das induktiv gekoppelte Plasma (14) entsteht dabei durch Einwirken des hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeldes auf ein Reaktivgas. Weiterhin ist eine Einrichtung, insbesondere eine Magnetfeldspule (21) vorgesehen, die zwischen dem Substrat (10) und der ICP-Quelle (13) ein statisches oder zeitlich variierendes Magnetfeld erzeugt. Das Magnetfeld wird dabei derart orientiert, daß dessen Richtung zumindest näherungsweise oder überwiegend parallel zu der durch die Verbindungslinie von Substrat (10) und induktiv gekoppeltem Plasma (14) definierten Richtung ist.

5

10 **Vorrichtung und Verfahren zum Ätzen eines Substrates**
 mittels eines induktiv gekoppelten Plasmas

15 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein damit durchführbares Verfahren zum Ätzen eines Substrates, insbesondere eines Siliziumkörpers, mittels eines induktiv gekoppelten Plasmas nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

20 Um ein anisotropes Hochratenätzenverfahren beispielsweise für Silizium unter Einsatz einer induktiven Plasmaquelle zu realisieren, ist es bei einem Verfahren, wie es beispielsweise aus DE 42 41 045 C2 bekannt ist, erforderlich, in möglichst kurzer Zeit eine effiziente Seitenwandpassivierung

25 während sogenannter Passivierschritte durchzuführen und ferner eine möglichst hohe Konzentration von Silizium ätzenden Fluorradikalen während sogenannter Ätzschritte zu erreichen. Um dabei eine möglichst hohe Ätzrate zu erreichen, ist es naheliegend, mit möglichst hohen Hochfrequenzleistungen an

30 der induktiven Plasmaquelle zu arbeiten und dadurch möglichst hohe Plasmaleistungen in das erzeugte induktiv gekoppelte Plasma einzukoppeln.

Diesen Hochfrequenzleistungen sind jedoch Grenzen gesetzt, die sich einerseits aus der Belastbarkeit der elektrischen Komponenten der Plasmaquelle ergeben, andererseits aber auch prozeßtechnischer Natur sind. So verstärken hohe Hochfrequenzleistungen der induktiven Plasmaquelle schädliche elektrische Eingriffe aus dem Quellenbereich in das erzeugte induktiv gekoppelte Plasma, die die Ätzergebnisse auf dem Substratwafer verschlechtern.

Zudem treten bei Ätzprozessen nach Art der DE 42 41 045 C2 Stabilitätsprobleme bei der Plasmaeinkopplung in den Umschaltphasen zwischen Ätz- und Passivierschritten auf. Dies beruht darauf, daß sich bei hohen einzukoppelnden Leistungen im kWatt-Bereich während der Umschaltphasen auftretende Leistungsreflektionen und Spannungsüberhöhungen zerstörerisch im elektrischen Kreis der Plasmaquelle (Spule, angeschlossene Kapazitäten, Generatorendstufe) auswirken können.

In der Anmeldung DE 199 00 179 ist dazu bereits eine gegenüber der DE 42 41 045 C2 weiterentwickelte induktive Plasmaquelle beschrieben, die mittels einer verlustfreien symmetrischen Hochfrequenzspeisung der Spule der induktiven Plasmaquelle für besonders hohe Plasmaleistungen geeignet ist, und die ein induktives Plasma generiert, welches besonders arm an elektrischen Störeinkopplungen ist. Doch auch für diesen Quellentyp existiert eine praktikable Leistungsgrenze von etwa 3 kWatt bis 5 kWatt, oberhalb der die benötigten Hochfrequenzkomponenten extrem teuer werden oder die Probleme hinsichtlich der Plasmastabilität überhand nehmen.

Ein möglicher Ansatz um innerhalb eines handhabbaren Leistungsrahmens zu höheren Ätzraten zu kommen, ist die Steigerung der Effizienz der Plasmaerzeugung. In diesem Zusammenhang ist der Einsatz von Magnetfeldern zur Erhöhung der

Plasmaeffizienz aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt.

5 Durch Anlegen eines Magnetfelds an ein Plasma werden bekanntermaßen die Elektronenbahnen im Plasma gekrümmt und dadurch die Verweildauer der Elektronen im Plasma, d.h. die Zeit bis zum Erreichen einer Wandung, welche die Elektronen absorbiert, erhöht, so daß jedes Elektron bis zum Verlassen des effektiven Plasmaerregungsbereiches öfter mit umgebenden
10 Gasatomen wechselwirken kann. Solche Stoßwechselwirkungen zwischen Elektronen und Gasmolekülen führen zur gewünschten Ionisation oder Dissoziation der Gasmoleküle unter Freisetzung der für den Ätzprozeß benötigten Radikale.

15 Ein sogenanntes magnetisches „Multipol-Confinement“ besteht nach dem Stand der Technik aus einer metallischen, nicht ferromagnetischen Wandung mit einer Vielzahl von Permanentmagneten abwechselnder Polarität, die durch Magnetfelder Elektronen von der mit diesen Magneten ausgestatteten Wandung reflektieren. Dadurch kann eine höhere Elektronendichte
20 innerhalb dieses „Multipol-Confinements“ erzeugt werden. Eine entsprechende RIE-Quelle („Reactive Ion Etching“) wird beispielsweise von der Firma TEGAL Corporation, Petaluma, CA 94955-6020, USA als sogenannte „HRe⁻-Quelle“ vertrieben.

25 Andere bekannte Plasmaquellentypen bedienen sich weiter eines Magnetfelds mit Feldrichtung parallel zu einer Substratelektrode. Unmittelbar an der Substratelektrode wird so durch eine Art Helmholtz-Spulenpaar eine möglichst homogene Feldverteilung erzeugt, die dort zu einer Verlängerung der
30 Elektronenbahnen und damit zur Erzeugung höherer Plasmadichten führt. Zur weiteren Homogenisierung der Effekte kann dieses horizontal orientierte Magnetfeld wie beispielsweise in den MRIE-Anlagen („Magnetically Enhanced Reactive Ion

Etching") der Firma Applied Materials Inc., Santa Clara, CA 95054-3299, USA weiter langsam in der Ebene rotiert werden.

5 Im Fall von sogenannten ECR-Quellen (Electron Cyclotron Resonance) ist weiter bereits bekannt, ein longitudinales Magnetfeld so abzustimmen, daß die Umlauffrequenz der Elektronen in diesem Magnetfeld, die sogenannte Cyclotronfrequenz, zumindest in einem gewissen Volumenbereich des Ätzreaktors resonant zur Frequenz einer eingekoppelten Mikrowellenstrahlung ist. Somit kann bei ausreichender freier Weglänge der Elektronen eine besonders effiziente Plasmaanregung durch die Mikrowelleneinstrahlung erfolgen, was solchen ECR-Quellen den Niederdruckbereich mit Prozeßdrücken kleiner 1 µbar als Anwendungsfeld erschließt. Der niedrige Druck ist dabei notwendige Voraussetzung für eine ausreichend große freie Weglänge der Elektronen und für eine effiziente Plasmaanregung. Bei höheren Drücken werden ECR-Quellen rasch ineffizient und gehen über in eine unerwünschte thermische Plasmageneration. Der Vorteil des magnetischen Einschlusses und der resonanten Erregung gehen dabei weitgehend verloren.

Aus der Formel für die Cyclotronfrequenz $\omega = eB/m$ folgt $B = m\omega/e$, d.h. bei der üblicherweise eingestrahlten Mikrowellenfrequenz von 2.45 GHz liegt die für Cyclotronresonanz benötigte Magnetfeldstärke bei 87.6 mTesla.

Auf den Fall der Hochfrequenzanregung im MHz-Bereich d.h. im Fall typischer Frequenzen für ICP-Quellen („Inductively Coupled Plasma“) ist diese Applikation nicht ohne weiteres übertragbar, da die hierfür erforderlichen freien Weglängen der Elektronen extrem niedrige, unpraktikable Drücke voraussetzen. Schließlich muß eine induktive Plasmaquelle für Hochratenätzverfahren für einen relativ hohen Druckbereich von ca. 30 bis 100 µbar konfiguriert sein.

Die für die induktive Plasmaanregung mit ICP-Quellen üblicherweise eingesetzte Hochfrequenz von 13.56 MHz würde weiter im Fall der Cyclotronresonanz eine Resonanzfeldstärke von nur 0.5 mT implizieren. Ein derart geringes Feld weist jedoch kaum noch eine Führungsfunktion für die Elektronen auf. Für eine ausreichende Führungsfunktion, d.h. eine Unterdrückung der Wandverluste der Elektronen in einem ausgedehnten Plasmavolumen werden Feldstärken von 10 mTesla oder besser einigen 10 mTesla bis 100 mTesla benötigt.

Magnetspulen in einer ECR-artigen Konfiguration werden weiter üblicherweise oberhalb oder auf Höhe der Plasmaquelle platziert, um unmittelbar am Ort der Plasmaerzeugung die höchste Feldstärke zu generieren und dort den größtmöglichen Einfluß auf den Plasmaerzeugungsmechanismus zu nehmen. In Richtung auf das zu ätzende Substrat nimmt die magnetische Feldstärke dann durch die Divergenz des Magnetfelds rasch ab, so daß die Führungsfunktion des Magnetfelds in einer derartigen Anordnung dort nicht mehr ausreichend gegeben ist.

Aus der Anmeldung DE 199 198 32 ist weiter bereits bekannt, die in ein induktiv gekoppeltes Plasma mit einem hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeld eingekoppelte Plasmaleistung adiabatisch zwischen einzelnen Verfahrensschritten, insbesondere alternierenden Ätz- und Passivierschritten, zu variieren. Ein derartiger adiabatischer Leistungsübergang d.h. ein allmähliches Hochfahren bzw. Verringern der eingekoppelten Plasmaleistung bei gleichzeitiger kontinuierlicher Anpassung der Impedanz der ICP-Quelle an die jeweilige, von der eingekoppelten Plasmaleistung abhängige Plasmaimpedanz mittels eines automatischen Anpaßnetzwerkes oder eines Impedanztransformators („Matchbox“) ermöglicht

es, die erläuterten Probleme hinsichtlich Leistungsreflexion und Spannungsüberhöhung beim Ein- und Ausschalten von Plasmaleistungen im Bereich von 1 kWatt bis 5 kWatt zu beherrschen. Eine typische Zeitdauer der Einschaltvorgänge liegt dabei jedoch im Bereich von 0,1 sec bis 2 sec. Schnelle Leistungsänderungen sind nach diesem Ansatz daher nicht möglich.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß damit eine Plasmaätzanlage mit einer induktiven Plasmaerzeugung bzw. einem über eine ICP-Quelle induktiv gekoppelten Plasma bereitgestellt wird, bei der ein zusätzliches konstantes oder zeitlich variierendes Magnetfeld die Effizienz der Plasmageneration erheblich steigert. Das generierte induktiv gekoppelte Plasma wird dabei von der Plasmaquelle ausgehend durch das erzeugte Magnetfeld in einer Art magnetischer Flasche bis zu einem zu ätzenden Substrat geführt. Hierzu wird eine Magnetfeldspule bzw. ein ausreichend starker Permanentmagnet mit longitudinaler Feldrichtung zwischen induktiven Plasmaquelle (ICP-Quelle) und dem Substrat oder einer Substratelektrode, die das Substrat, beispielsweise einen Siliziumwafer, trägt, platziert.

Diese Vorrichtung bewirkt somit bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine sehr effiziente Plasmaerzeugung im Bereich der induktiven Anregung und einen verlustarmen Plasmatransport bis zum zu ätzenden Substrat. Gleichzeitig wird auch eine Entkopplung der Plasmaerzeugung und der Erzeugung des Magnetfelds erreicht. Durch die Symmetrie des Aufbaus der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird weiter trotz

der inhomogenen Feldverteilung der Magnetspule eine gute Uniformität auf der Substratoberfläche aufrechterhalten.

Insgesamt wird über das erzeugte longitudinale Magnetfeld d.h. ein Magnetfeld, dessen Richtung zumindest näherungsweise oder überwiegend parallel zu der durch die Verbindungslinie von Substrat und induktiv gekoppeltem Plasma definierten Richtung ist, somit die für Hochratenätzen mit höchsten Ätzraten benötigte Hochfrequenzleistung an der ICP-Quelle durch eine effiziente Ausnützung der eingekoppelten Hochfrequenzleistung zur Erzeugung der gewünschten Plasmaspezies (Elektronen, Ionen, freie Radikale) deutlich reduziert. Daher sind bei gleicher Plasmaleistung deutlich höhere Ätzraten möglich.

Dadurch daß die Erzeugung des longitudinalen Magnetfeld zwischen ICP-Quelle und Substrat plaziert ist, befinden sich sowohl das Substrat als auch der Bereich der Plasmaerzeugung in dem Reaktor in einem Bereich relativ hoher magnetischer Feldstärken und damit guter Führung der Elektronen und letztlich auch der Ionen.

Durch die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erreichbare Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der ICP-Quelle und der damit einhergehende Möglichkeit zur Leistungsverminderung ohne Ätzratenverminderung bzw. Ätzratenerhöhung bei gleicher Plasmaleistung lassen sich zudem elektrische Störeffekte aus dem Quellenbereich wirksam reduzieren. Insgesamt ist daher das Ätzergebnis wirtschaftlicher erreicht.

Weiterhin kann eine für die Magnetfelderzeugung erforderliche konstante, gepulste oder allgemein zeitlich variierende Leistung wesentlich kostengünstiger bereitgestellt werden als eine größere Hochfrequenzleistung zur Einkopplung in das

Plasma. Diese Leistung zeigt im übrigen keinen auf den Ätzprozeß oder Komponenten der Plasmaätzanlage schädlichen Einfluß.

5 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

10 So ergibt sich eine besonders vorteilhafte Konfiguration der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wenn zusätzlich eine zur Innenwand des Reaktors konzentrisch angeordnete Apertur vorgesehen ist, die sich bevorzugt ca. 5 cm oberhalb des auf einer Substratelektrode angeordneten Substrates angeordnet ist. Eine derartige Apertur ist aus dem Patent DE 197 34 278 bekannt.

15 Weiter ist vorteilhaft, wenn die erfindungsgemäße Plasmaätzanlage mit einer balancierten, symmetrisch aufgebauten und symmetrisch gespeisten Konfiguration der ICP-Quelle versehen ist, wie sie in der Anmeldung DE 199 00 179 vorgeschlagen ist.

20

25 Zur Erzeugung des Magnetfeldes eignet sich besonders eine Magnetfeldspule mit zugehöriger Stromversorgungseinheit, da damit das erzeugte Magnetfeld zeitlich und hinsichtlich seiner Stärke einfach variierbar und insbesondere pulsbar ist.

30 Weiterhin ist vorteilhaft, wenn ein ICP-Spulengenerator vorgesehen ist, der eine variabel einstellbare, insbesondere periodisch variierende oder gepulste Hochfrequenzleistung erzeugt, die als Plasmaleistung in das induktiv gekoppelte Plasma einkoppelbar ist.

Sehr vorteilhaft ist weiterhin, wenn in den ICP-Spulengenerator Bauteile integriert sind, die zur Impedanz-

anpassung als Funktion der einzukoppelnden Plasmaleistung eine Variation der Frequenz des erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldes vornehmen. Besonders vorteilhaft eignet sich dazu ein selbsttätig wirkender Rückkopplungsschaltkreis mit einem frequenzselektiven Bauteil nach Art eines Meißner-
schen Oszillators.

Schließlich ist sehr vorteilhaft, wenn das Pulsen des erzeugten Magnetfeldes mit dem Pulsen der eingekoppelten Plasmaleistung und/oder dem Pulsen der über den Substratspannungsgenerator in das Substrat eingekoppelten Hochfrequenzleistung zeitlich korreliert oder synchronisiert wird.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt Figur 1 eine stark schematisierte Plasmaätzanlage, Figur 2 eine elektronische Rückkopplungsschaltung mit angeschlossener ICP-Quelle, Figur 3 ein Beispiel für eine Filterkennlinie und Figur 4 ein Beispiel für eine zeitliche Korrelation von Hochfrequenzleistungspulsen und Magnetfeldpulsen.

Ausführungsbeispiele

Ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figur 1 näher erläutert. Eine Plasmaätzanlage 5 weist dazu zunächst einen Reaktor 15 auf, in dessen oberem Bereich in an sich bekannter Weise über eine ICP-Quelle 13 („Inductively Coupled Plasma“) ein induktiv gekoppeltes Plasma 14 erzeugt wird. Weiterhin ist eine Gaszufuhr 19 zur Zufuhr eines Reaktivgases wie beispielsweise SF_6 , ClF_3 , O_2 , C_4F_8 , C_3F_6 , SiF_4 oder NF_3 , eine Gasabfuhr 20 zur Abfuhr von Reaktions-

produkten, ein Substrat 10, beispielsweise ein mit dem erfindungsgemäßen Ätzverfahren zu strukturierender Siliziumkörper oder Siliziumwafer, eine mit dem Substrat 10 in Kontakt befindliche Substratelektrode 11, ein Substratspannungsgenerator 12 und ein erster Impedanztransformator 16
5 vorgesehen. Der Substratspannungsgenerator 12 koppelt dabei in die Substratelektrode 11 und darüber in das Substrat 10 eine hochfrequente Wechselspannung oder Hochfrequenzleistung ein, die eine Beschleunigung von in dem induktiv gekoppelten
10 Plasma 14 erzeugten Ionen auf das Substrat 10 bewirkt. Die darüber eingekoppelte Hochfrequenzleistung bzw. Wechselspannung liegt typischerweise zwischen 3 Watt und 50 Watt bzw. 5 Volt und 100 Volt im Dauerstrichbetrieb bzw. bei gepulstem Betrieb jeweils im Zeitmittel über die Pulssequenz.

15 Weiterhin ist ein ICP-Spulengenerator 17 vorgesehen, der mit einem zweiten Impedanztransformator 18 und darüber mit der ICP-Quelle 13 in Verbindung steht. Somit generiert die ICP-Quelle ein hochfrequentes elektromagnetisches Wechselfeld
20 und darüber in dem Reaktor 15 ein induktiv gekoppeltes Plasma 14 aus Reaktiven Teilchen und elektrisch geladenen Teilchen (Ionen), die durch Einwirken des hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeldes auf das Reaktivgas entstehen. Die ICP-Quelle 13 weist dazu eine Spule mit mindestens einer
25 Windung auf.

Der zweite Impedanztransformator 18 ist weiter bevorzugt in der in der Anmeldung DE 199 00 179 vorgeschlagenen Weise ausgeführt, so daß eine balancierte, symmetrisch aufgebaute
30 Konfiguration und Speisung der ICP-Quelle 13 über den ICP-Spulengenerator 17 gegeben ist. Damit wird insbesondere gewährleistet, daß die an den beiden Enden der Spule der ICP-Quelle 13 anliegenden hochfrequenten Wechselspannungen zumindest nahezu gegenphasig zueinander sind. Weiter ist der

Mittelabgriff der Spule der ICP-Quelle, wie in Figur 2 angedeutet, bevorzugt geerdet.

5 Mit der Plasmaätzanlage 5 wird weiter beispielsweise der aus DE 42 41 045 C2 bekannte anisotrope Hochratenätzprozeß für Silizium mit alternierenden Ätz- und Passivierschritten durchgeführt. Hinsichtlich weiterer, dem Fachmann an sich bekannter Details zu der Plasmaätzanlage 5, die insoweit als bisher beschrieben aus dem Stand der Technik bekannt ist, 10 und des damit durchgeführten Ätzverfahrens, insbesondere hinsichtlich der Reaktivgase, der Prozeßdrücke und der Substratelektrodenspannungen in den jeweiligen Ätzschritten bzw. Passivierschritten sei daher auf die DE 42 41 045 C2 verwiesen.

15 Die erfindungsgemäße Plasmaätzanlage 5 ist im übrigen auch geeignet für eine Prozeßführung, wie sie in der Anmeldung DE 199 27 806.7 beschrieben ist.

20 Insbesondere wird beim Ätzen des Substrates 10 während der Passivierschritte in dem Reaktor 15 mit einem Prozeßdruck von 5 μ bar bis 20 μ bar und mit einer über die ICP-Quelle 13 in das Plasma 14 eingekoppelten Plasmaleistung von 300 bis 1000 Watt passiviert. Als Passiviergas eignet sich bei- 25 spielsweise C_4F_8 oder C_3F_6 . Während der nachfolgenden Ätzschritte wird dann ein Prozeßdruck von 30 μ bar bis 50 μ bar und einer hohen Plasmaleistung von 1000 bis 5000 Watt geätzt. Als Reaktivgas eignet sich beispielsweise SF_6 oder ClF_3 .

30 Eine bevorzugte Ausgestaltung der Plasmaätzanlage 5 sieht weiter vor, daß zur Verbesserung der Selektivität eines Ätzgrundpolymerabtrags relativ zum Seitenwandfilmabtrag die über den Substratspannungsgenerator 12 an dem Substrat 10

anliegende Ionenbeschleunigungsspannung durch Reduktion der eingekoppelten Plasmaleistung in den Ätzschritten jedesmal nach Durchbruch des initialen Ätzgrundpolymers zurückgeschaltet wird, wie dies in der Anmeldung DE 199 19 832 bereits vorgeschlagen und im Detail erläutert wurde.

Dieses Zurückschalten erfolgt dabei in an sich bekannter Weise entweder schlagartig oder aber kontinuierlich über eine zeitliche Rampenfunktion. Damit wird eine weitere Verbesserung der Siliziumätzrate, der Selektivität des Ätzprozesses gegenüber einem Maskenmaterial, der Profiltreue und beispielsweise eine Unterdrückung von Taschen an einer dielektrischen Ätzstoppschicht erreicht.

Erfindungsgemäß ist zusätzlich zwischen dem induktiv gekoppelten Plasma 14 bzw. der ICP-Quelle 13, d.h. der eigentlichen Plasmaerregungszone, und dem Substrat 10 weiter ein sogenannter „Spacer“ als Distanzstück 22 aus einem nichtferromagnetischen Material wie beispielsweise Aluminium platziert. Dieses Distanzstück 22 ist in die Wand des Reaktors 15 konzentrisch als Distanzring eingesetzt und bildet somit bereichsweise die Reaktorwand. Er hat eine typische Höhe von ca. 5 mm bis 30 mm bei einem typischen Durchmesser des Reaktors 15 von 30 cm bis 100 cm.

Das Distanzstück 22 umgibt weiter eine Magnetfeldspule 21, die beispielsweise 100 bis 300 Windungen aufweist und aus einem für die einzusetzende Stromstärke ausreichend dick bemessenen Kupferlackdraht gewickelt ist. Zusätzlich können Kupferrohre mit in die Magnetfeldspule 21 aufgenommen werden, durch die Kühlwasser strömt, um Wärmeverluste aus der Magnetfeldspule 21 abzuführen.

Es ist alternativ auch möglich, die Magnetfeldspule 21 selbst aus einem dünnen, mit einem elektrisch isolierenden Material lackierten Kupferrohr zu wickeln, welches direkt von Kühlwasser durchströmt wird.

5

Durch die Magnetfeldspule 21 wird weiter über eine Stromversorgungseinheit 23 ein elektrischer Strom von beispielsweise 10 bis 100 Ampère geleitet.

10

Im erläuterten ersten Ausführungsbeispiel ist dies beispielsweise ein Gleichstrom, der im Inneren des Reaktors 15 ein statisches Magnetfeld erzeugt, das im Fall einer Magnetfeldspule 21 mit 100 Windungen und einer Länge von 10 cm sowie einem Durchmesser von 40 cm beispielsweise eine magnetische Feldstärke im Zentrum der Magnetfeldspule 21 von etwa 0,3 mTesla/A Stromfluß erzeugt.

15

Für eine signifikante Steigerung der Plasmaerzeugungseffizienz und einer ausreichenden magnetischen Führung des induktiv gekoppelten Plasma 14 werden, wie bereits beschrieben, 10 mT bis 100 mT, beispielsweise 30 mT benötigt. Das bedeutet, die Stromversorgungseinheit 23 stellt während des Ätzens eines Substrates 10 mit der Plasmaätzanlage 5 Stromstärken von etwa 30 bis 100 Ampère bereit.

20

25

Anstelle der Magnetfeldspule 21 kann im übrigen auch ein Permanentmagnet eingesetzt werden. Ein derartiger Permanentmagnet benötigt vorteilhaft keine Energie, hat jedoch den Nachteil, daß eine Einstellung der Magnetfeldstärke, die zur Einstellung eines optimalen Ätzprozesses von Vorteil ist, nicht möglich ist. Überdies ist die Feldstärke eines Permanentmagneten temperaturabhängig, so daß die Magnetfeldspule 21 bevorzugt wird.

30

In jedem Fall ist wichtig, daß die Richtung des über die Magnetfeldspule 21 oder den Permanentmagneten erzeugten Magnetfeldes zumindest näherungsweise oder überwiegend parallel zu der durch die Verbindungslinie von Substrat 10 und induktiv gekoppeltem Plasma 14 bzw. der Plasmaerregungszone definierten Richtung ist (longitudinale Magnetfeldorientierung).

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erläuterten Ausführungsbeispiels sieht weiter vor, daß zur Uniformitätsverbesserung des Ätzprozesses eine aus der DE 197 34 278 bekannte Apertur angebracht wird. Diese Apertur ist in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Sie ist im Inneren des Reaktors 15 konzentrisch zur Reaktorwand zwischen der ICP-Quelle 13 bzw. der Plasmaerregungszone und dem Substrat 10 angebracht. Bevorzugt ist sie ca. 5 cm oberhalb der Substratelektrode 11 oder des Substrates 10 an dem Distanzstück 22 („Spacer“) befestigt.

Zudem muß im Falle der Verwendung einer Magnetfeldspule 21 in die Stromversorgungseinheit 23 eine geeignete, an sich bekannte Überwachungsvorrichtung integriert sein, die in die Prozeßablaufsteuerung eingebunden ist und eine Überwachung der Spulentemperatur und eine Notabschaltung beispielsweise bei Kühlwasserausfall vornimmt.

Im ersten Ausführungsbeispiel koppelt der ICP-Spulengenerator 17 beim Ätzen kontinuierlich während der Ätzschritte bzw. Passivierschritte eine zumindest weitgehend konstante Plasmaleistung von minimal 300 Watt bis maximal 5000 Watt in das induktiv gekoppelte Plasma 14 ein.

Im einzelnen wird während der Passivierschritte eine Plasmaleistung von 500 Watt, während der Ätzschritte beispiels-

weise eine Plasmaleistung von 2000 Watt in das induktiv gekoppelte Plasma 14 eingekoppelt, wobei der ICP-Spulengenerator 13 und der zweite Impedanztransformator 18 in der aus DE 199 198 32 bekannten und vorstehend erläuterten Weise beim Übergang von einem Passivier- zu einem Ätzschritt ein adiabatisches Hochregeln der eingekoppelten Plasmaleistung über eine zeitliche Rampenfunktion und gleichzeitig über den zweiten Impedanztransformator 18 eine automatische, schrittweise oder kontinuierliche Impedanzanpassung vornehmen.

Ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung sieht vor, daß in Abwandlung des ersten Ausführungsbeispiels anstelle einer adiabatischen Regelung der mit der ICP-Quelle 13 in das induktiv gekoppelte Plasma 14 eingekoppelten Hochfrequenzleistung und einer zu jedem Zeitpunkt über das automatische Anpaßnetzwerk („Matchbox“) als zweitem Impedanztransformator 18 gegebenen Anpassung der eingekoppelten Hochfrequenzleistung an die sich mit zunehmender Plasmaleistung verändernde Plasmaimpedanz alternativ die zuvor konstante Frequenz des hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeldes, das der ICP-Spulengenerator 17 erzeugt, zur Impedanzanpassung variiert wird.

Das bevorzugt symmetrisch aufgebaute und die ICP-Quelle 13 symmetrisch speisende Anpaßnetzwerk in dem zweiten Impedanztransformator 18 ist dabei bevorzugt so eingestellt, daß es eine optimale Impedanzanpassung im stationären Leistungsfall gewährleistet. Dieser stationäre Leistungsfall ist dadurch gekennzeichnet, daß dabei die induktiv in das Plasma 14 eingekoppelte Plasmaleistung einen hohen Maximal- oder Endwert von beispielsweise 3000 Watt bis 5000 Watt erreicht hat, wobei gleichzeitig eine Stationär- oder Resonanzfrequenz f von beispielsweise 13,56 MHz der von dem ICP-

Spulengenerator 17 erzeugten Frequenz des hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfelds erreicht ist.

Die Stationärfrequenz 1'' üblicher ICP-Spulengeneratoren 17 beträgt im allgemeinen 13,56 MHz, wobei neben diesem Standard auch Generatoren mit anderen Frequenzen oder Frequenzbereichen kommerziell erhältlich sind. In derartigen ICP-Spulengeneratoren 17 ist jedoch abweichend von der erfindungsgemäßen Realisierung die Stationärfrequenz 1'' auf einen festen Wert eingestellt und dazu beispielsweise aus der Eigenfrequenz eines Schwingquarzes mit großer Genauigkeit abgeleitet. Damit ist während einer Leistungsänderung, beispielsweise dem Hochfahren der in das Plasma 14 einzukoppelnden Plasmaleistung von beispielsweise 500 Watt auf 3000 Watt, bei fester Frequenz des vom ICP-Spulengenerator 17 erzeugten hochfrequenten Wechselfeldes mit einer vorgegebenen Einstellung des Impedanztransformators 17 keine oder nur eine schlechte Anpassung an die sich als Funktion der Plasmaleistung verändernde Plasmaimpedanz möglich, so daß hohe reflektierte Leistungen während der Transienten auftreten. Wird jedoch in solchen Phasen die Frequenz des ICP-Spulengenerators 17 freigegeben, so kann durch eine Änderung der Frequenz des hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeldes stets eine weitgehend optimale Impedanzanpassung auch unter sich schnell verändernden Plasmabedingungen aufrechterhalten werden.

Der wesentliche Vorteil einer Herstellung der korrekten Impedanzanpassung über eine variable Frequenz der Hochfrequenzleistung des ICP-Spulengenerators 17 liegt darin, daß diese Frequenzänderung sehr schnell durchgeführt werden kann, da sie nur durch die Regelgeschwindigkeit der entsprechenden elektronischen Schaltung begrenzt ist. So sind Reaktionszeiten im Mikrosekundenbereich ohne weiteres möglich.

Im Gegensatz dazu erfordert die manuelle oder automatische Einstellung eines Anpaßnetzwerks in dem zweiten Impedanztransformator 18 die Änderung mechanischer Größen, beispielsweise das Verstellen von Drehkondensatoren durch Motoren, was entsprechend langsam vonstatten geht. Typische Zeitkonstanten liegen hier im Bereich von Zehntelsekunden.

In bevorzugter Ausgestaltung des zweiten Ausführungsbeispiels detektiert eine beispielsweise in dem zweiten Impedanztransformator 18 integrierte Regelschaltung in an sich bekannter Weise den momentanen Regelfehler, d.h. die Fehlanpassung zwischen der Impedanz des Ausgangs des ICP-Spulengenerators 17 und der Impedanz der ICP-Quelle 13 hinsichtlich Amplitude und Phase. Dies geschieht bevorzugt über eine Messung des an der ICP-Quelle 13 bzw. dem zweiten Impedanztransformator 18 reflektierten Signals mit aus der Hochfrequenztechnik hinlänglich bekannten Reflektometern, wobei Amplitude und Phasenfehler detektiert werden.

Aus dieser Information wird dann bevorzugt kontinuierlich innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbereichs eine entsprechende, jeweils erforderliche Frequenzveränderung des elektromagnetischen Wechselfeldes am ICP-Spulengenerator 17 ermittelt, so daß der Regelfehler hinsichtlich Amplitude und Phase minimiert wird. Im wesentlichen wird dabei lediglich ein Amplitudenfehler ausgeregelt, da sich bekanntermaßen weitgehend nur der reelle Plasmawiderstand als Funktion der eingekoppelten Plasmaleistung verändert und die Phasenbeziehung der Impedanzen bereits durch erläuterte Voreinstellung des zweiten Impedanztransformators 18 zumindest grob richtig eingestellt ist.

Wird die Ausgangsleistung des ICP-Spulengenerators 17 und damit die Plasmaimpedanz nach Abschluß des Hochfahrens der Plasmaleistung schließlich stationär, führt die Regelschaltung die Frequenz des ICP-Spulengenerators 17 bzw. des erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldes auf den eigentlich gewünschten Festwert von beispielsweise 13,56 MHz zurück und fixiert sie dort. Für die Frequenz des stationären Leistungsfalls ist dabei der zweite Impedanztransformator 18 bereits über die zuvor ermittelte Voreinstellung, die natürlich von der zu erreichenden maximalen Plasmaleistung abhängig ist, richtig eingestellt, was entweder manuell oder automatisch - mit langsamer Regelcharakteristik - erfolgen kann.

Zusammenfassend ist die Frequenz des ICP-Spulengenerators 17 somit im stationären Fall der einzukoppelnden Leistung auf beispielsweise 13,56 MHz festgelegt, während im Laufe der instabilen Hochlaufphasen der Generatorausgangsleistung die Frequenz vorübergehend innerhalb einer gewissen Bandbreite freigegeben und durch eine Regelelektronik zur Impedanzanpassung kontrolliert wird. Es ist somit möglich, auch sehr schnelle Leistungsänderungen der Generatorausgangsleistung im Mikrosekundenbereich bei gleichzeitig hohen Leistungsänderungen stabil auszuführen, was durch bekannte Anpaßnetzwerke oder Impedanztransformatoren nicht möglich ist.

Dies wird beispielsweise mit Hilfe der Figur 3 erläutert, in der eine Filterkennlinie 1' dargestellt ist, die einen voreingestellten Frequenzbereich vorgibt, innerhalb dessen die Frequenz des ICP-Spulengenerators 17 variiert werden darf, wobei jeder Frequenz eine gewisse Hochfrequenzleistung bzw. einzukoppelnde Plasmaleistung oder eine Dämpfung A der Leistung des ICP-Spulengenerators 17 zugeordnet ist. Die zu erreichende Frequenz im stationären Leistungsfall ist dabei

die Stationärfrequenz 1'', die beispielsweise 13,56 MHz beträgt, und bei der die vorgegebenen Maximalleistung als Plasmaleistung in das induktiv gekoppelte Plasma 14 eingespeist wird.

5

Ein besonders bevorzugtes drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung sieht in Weiterführung des vorstehend erläuterten zweiten Ausführungsbeispiels weiter vor, die Frequenzvariation des ICP-Spulengenerators 17 einem selbsttätig wirkenden Rückkopplungskreis zu überlassen, so daß auf die Messung der jeweiligen Fehlanpassung oder des reflektierten Signals beispielsweise über Reflektometer verzichtet werden kann. Dies wird anhand der Figur 2 näher erläutert.

10

15

Die ICP-Quelle 13 d.h. konkret deren Spule wird dabei zunächst in an sich aus DE 199 00 179 bekannter Weise durch ein vorzugsweise balanciertes symmetrisches Anpaßnetzwerk 2 aus einem unbalancierten unsymmetrischen Ausgang des ICP-Spulengenerators 17 gespeist. Das Anpaßnetzwerk 2 ist Teil des zweiten Impedanztransformators 18.

20

Der ICP-Spulengenerator 17 besteht weiter in diesem Fall in einer weit verbreiteten Ausführungsform aus einem Hochfrequenz-Leistungsverstärker 3 und einem Quarzoszillator 4 zur Erzeugung einer hochfrequenten Grundschiwingung mit fester Frequenz von beispielsweise 13,56 MHz.

25

Die hochfrequente Grundschiwingung des Quarzoszillators 4 wird im Stand der Technik normalerweise in den Verstärkereingang des Leistungsverstärkers 3 eingespeist. Erfindungsgemäß wird diese Einspeisung jedoch dahingehend modifiziert, daß der Quarzoszillator 4 vom Verstärkereingang des Leistungsverstärkers 3 getrennt und dessen Eingang extern, beispielsweise über eine entsprechende Eingangsbuchse, zu-

30

gänglich gemacht wird. Da der Quarzoszillator in dieser Ausführungsform keine Funktion mehr besitzt, kann er auch geeignet deaktiviert werden.

5 Der Leistungsverstärker 3 besitzt weiter in bekannter Weise Generatorsteuereingänge 9, die zur externen Steuerung des ICP-Spulengenerators 17 dienen. Darüber ist beispielsweise ein Ein- und Ausschalten des ICP-Spulengenerators 17 oder die Vorgabe einer zu erzeugenden Hochfrequenzleistung mög-
10 lich. Außerdem sind Generatorstatusausgänge 9' zur Rückmeldung von Generatordaten wie beispielsweise Generatorstatus, gegenwärtige Ausgangsleistung, reflektierte Leistung, Überlast usw. an ein nicht dargestelltes externes Steuergerät (Maschinensteuerung) oder die Stromversorgungseinheit 23 der
15 Plasmaätzanlage 5 möglich.

Der Verstärkereingang des Leistungsverstärkers 3 wird nun im Sinne einer Rückkopplungsschaltung über ein frequenzselektives Bauteil 1 mit der ICP-Quelle 13 geeignet verbunden.

20 Dabei können zusätzlich Kondensatoren, Induktivitäten und Widerstände oder Kombinationen aus derselben in an sich bekannter Weise als Spannungsteiler verschaltet und vorgesehen sein, um die hohen Spannungen, die an der Spule der ICP-
25 Quelle 13 auftreten, auf ein als Eingangsgröße für das frequenzselektive Bauteil 1 bzw. den Verstärkereingang des Leistungsverstärkers 3 geeignetes Maß abzuschwächen. Solche Spannungsteiler sind Stand der Technik und sind in der Figur 2 lediglich durch einen Auskoppelkondensator 24 zwischen der
30 Spule der ICP-Quelle 13 und dem frequenzselektivem Bauteil 1 angedeutet. Man kann den Signalabgriff 25 alternativ auch in die Nähe des eingezeichneten geerdeten Mittelpunkts oder Mittelabgriffes 26 der Spule der ICP-Quelle 13 verlegen, wo entsprechend geringere Spannungspegel herrschen. Je nach Ab-

stand des Signalabgriffs, der beispielsweise als verstellbarer Klemmkontakt ausgeführt sein kann, vom geerdeten Mittelabgriff 26 der Spule der ICP-Quelle 13 kann eine größere oder kleinere abgegriffene Spannung eingestellt werden und somit günstige Pegelverhältnisse erreicht werden.

Das frequenzselektive Bauteil 1 ist exemplarisch als abstimmbare Anordnung von Spulen und Kondensatoren, sogenannten LC-Resonanzkreisen dargestellt, welche zusammen ein Bandfilter bilden. Dieses Bandfilter hat als Durchlaßbereich eine gewisse vorgegebene Bandbreite von beispielsweise 0,1 MHz bis 4 MHz und eine Filterkennlinie 1', wie sie exemplarisch in Figur 3 dargestellt ist.

Insbesondere weist das Bandfilter eine Resonanz- oder Stationärfrequenz 1'' mit maximaler Signaltransmission auf. Diese Stationärfrequenz 1'' beträgt bevorzugt 13,56 MHz und kann beispielsweise durch einen Schwingquarz 6 oder ein Piezokeramikfilterelement als zusätzlicher Komponente des Bandfilters exakt festgelegt werden.

Es ist alternativ auch möglich, anstelle von LC-Resonanzkreisen sogenannte piezokeramische Filterelemente oder andere, an sich bekannte frequenzselektive Bauelemente zu einem Bandfilter mit der gewünschten Filterkennlinie, Bandbreite und Stationärfrequenz 1'' zu kombinieren.

Die vorstehend beschriebene Anordnung aus geregelter Leistungsverstärker 3, Anpaßnetzwerk 2, ICP-Quelle 13 und Bandfilter stellt insgesamt eine Rückkopplungsschaltung nach Art eines Meißnerschen Oszillators dar.

Dieser schwingt bei Betrieb zunächst in der Nähe der Stationärfrequenz 1'' an, um sich auf eine vorgegebene Ausgangs-

leistung des Leistungsverstärkers 3 aufzuschaukeln. Die für das Anschwingen erforderliche Phasenbeziehung zwischen Generatorausgang und Signalabgriff 25 wird dazu vorher einmalig, beispielsweise über eine Verzögerungsleitung 7 definierter Länge und damit über die durch die Signallaufzeit definierte Phasenverschiebung oder einen an sich bekannten Phasenschieber anstelle der Verzögerungsleitung 7 richtig eingestellt. Damit ist gewährleistet, daß die Spule der ICP-Quelle 13 mit einer korrekten Phase optimal entdämpft wird.

Über die Verzögerungsleitung 7 wird weiter insbesondere sichergestellt, daß am Ort der ICP-Quelle 13 die antreibende elektrische Spannung und der Strom in der Spule der ICP-Quelle 13 eine Resonanzphase von ungefähr 90° zueinander aufweisen.

In der Praxis ist im übrigen die Resonanzbedingung der Rückkopplungsschaltung über das frequenzselektive Bauteil 1 nicht scharf, so daß im allgemeinen eine geringe Frequenzverschiebung in der Umgebung der Resonanz- oder Stationärfrequenz f_0 ausreicht, um die Resonanzbedingung hinsichtlich der Phase quasi selbsttätig richtigzustellen. Daher ist es ausreichend, die Resonanzbedingung durch die äußere Beschaltung nur ungefähr richtigzustellen, damit der Resonanzkreis irgendwo dicht bei seiner Stationärfrequenz f_0 aufschwingt.

Sollten sich jedoch alle Phasenverschiebungen vom Signalabgriff 25 der Spule der ICP-Quelle 13 über das Bandfilter in den Eingang des Leistungsverstärkers 3 und durch den Leistungsverstärker zum zweiten Impedanztransformator 18 zurück in die Spule der ICP-Quelle 13 so ungünstig aufsummieren, daß gerade eine Bedämpfung statt einer Entdämpfung des Resonanzkreises stattfindet, so kann das System nicht anschwin-

gen. Die Rückkopplung wird dann zu einer unerwünschten Gegenkopplung anstelle der gewünschten Mitkopplung. Die Einstellung dieser zumindest näherungsweise korrekten Phase leistet die Verzögerungsleitung 7, deren Länge daher einmalig so einzustellen ist, daß die Rückkopplung konstruktiv, also entdämpfend wirkt.

Insgesamt kann im Fall einer Fehlanpassung an die Plasmaimpedanz, beispielsweise während schneller Leistungsänderungen, der erläuterte Rückkopplungskreis innerhalb der Durchlaßbereiches des Bandfilters in seiner Frequenz somit ausweichen und eine weitgehend optimale Impedanzanpassung auch bei schnellen Impedanzänderungen des induktiv gekoppelten Plasmas 14 stets aufrechterhalten.

Sobald sich das induktiv gekoppelte Plasma 14 dann hinsichtlich der Plasmaimpedanz bzw. der eingekoppelten Plasmaleistung stabilisiert, wird die Frequenz des ICP-Spulengenerators 17 dann wieder in die Nähe oder auf den Wert der maximalen Durchlaßfrequenz zurückkehren, die durch die Resonanzfrequenz oder Stationärfrequenz 1'' gegeben ist. Diese Anpassung der Impedanz durch Frequenzvariation geschieht selbsttätig und sehr schnell innerhalb weniger Schwingungsperioden der hochfrequenten Spannung d.h. im Mikrosekundenbereich.

Die Verbindung zwischen dem Ausgang des Leistungsverstärkers 3 und dem Eingang des zweiten Impedanztransformators 18 leistet im übrigen die Leitung 8, die als Koaxialkabel ausgebildet ist und in der Lage ist, eine Leistung von einigen kWatt zu tragen.

Es ist mit dieser sich selbsttätig einschwingenden Anordnung oder auch der zuvor beschriebenen Anordnung mit aktiver Fre-

quenzregelung zur Anpassung an sich rasch verändernde Plasmaimpedanzen vorteilhaft möglich, auch einen gepulsten Betrieb der induktiven Plasmaquelle durchzuführen.

5 Mit der mit dem vierten Ausführungsbeispiel erläuterten Ausgestaltung des ICP-Spulengenerators ist es nun vorteilhaft weiterhin möglich, auch einen gepulsten Betrieb der ICP-Quelle 13 durchzuführen und damit beispielsweise auch eine innerhalb der Ätz- und/oder Passivierschritte des Ätzverfahrens pulsierende Plasmaleistung einzukoppeln.
10

Dazu wird die Ausgangsleistung des ICP-Spulengenerators 17 beispielsweise periodisch mit einer Wiederholfrequenz von typischerweise 10 Hz bis 1 MHz, bevorzugt 10 kHz bis 100 kHz
15 ein- und ausgeschaltet d.h. gepulst oder die Hüllkurve der Ausgangsspannung des ICP-Spulengenerators 17 mit einer geeigneten Modulationsspannung in ihrer Amplitude moduliert. Derartige Vorrichtungen zur Amplitudenmodulation sind aus der Hochfrequenztechnik hinlänglich bekannt.
20

Beispielsweise kann der Generatorsteuereingang 9 zur Sollwertvorgabe der Hochfrequenzleistung des ICP-Spulengenerators 17 dazu verwendet werden, um das die Hochfrequenzleistung des ICP-Spulengenerators 17 modulierende
25 Signal einzuspeisen.

Da bei einem gepulsten Betrieb der ICP-Quelle 13 sehr schnelle Impedanzänderungen im Plasma 14 auftreten, ist es nach dem bisherigen Stand der Technik insbesondere bei Leistungen im kWatt-Bereich unmöglich, das Auftreten hoher reflektierter Leistung beim Ein- und Ausschalten der eingekoppelten Hochfrequenzleistungspulse zu vermeiden oder diese
30 zumindest unschädlich zu machen.

Durch die in diesem Ausführungsbeispiel erläuterte Vorrichtung ist dagegen auch in diesem Fall die Impedanzanpassung von induktiv gekoppeltem Plasma 14 bzw. ICP-Quelle 13 und ICP-Spulengenerator 17 jederzeit sichergestellt.

5

Ein gepulster Betrieb der ICP-Quelle 13 hat gegenüber einem kontinuierlichen Betrieb weiter den Vorteil, daß während der Hochfrequenzleistungspulse bzw. Plasmaleistungspulse eine wesentlich höhere Plasmadichte erreicht werden kann als bei einem kontinuierlichen Betrieb. Dies beruht darauf, daß die Erzeugung eines induktiven Plasmas ein hochgradig nichtlinearer Vorgang ist, so daß die mittlere Plasmadichte in diesem gepulsten Betriebsmodus höher ist als bei einer dem Zeitmittel entsprechenden mittleren Plasmaleistung.

10

15

Man erhält daher, bezogen auf das Zeitmittel, im Pulsbetrieb effektiv mehr reaktive Spezies und Ionen als im Dauerbetrieb. Dies gilt insbesondere dann, wenn sogenannte „Riesenimpulse“ eingesetzt werden, d.h. relativ kurze und extrem leistungsstarke Hochfrequenzleistungsimpulse von beispielsweise 20 kWatt Spitzenleistung, wie dies mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung nunmehr möglich ist, wobei die mittlere Plasmaleistung im Zeitmittel dann beispielsweise bei lediglich 500 Watt liegt.

20

25

Dabei sind dann unvermeidbare Wärmeverluste im ICP-Spulengenerator 17 und anderen Anlagenkomponenten der Plasmaanlage 5 mit dem relativ niedrigen Zeitmittelwert der Plasmaleistung korreliert, während erwünschte Plasmaeffekte, insbesondere die erzielbaren Ätzzraten, vorteilhaft mit den auftretenden Spitzenleistungen korrelieren. Infolgedessen wird die Effizienz der Erzeugung reaktiver Spezies und Ionen deutlich verbessert.

30

Selbstverständlich müssen dabei der ICP-Spulengenerator 17 und die übrigen betroffenen Komponenten der Plasmaätzanlage 5 so ausgelegt werden, daß sie auch die auftretenden Spitzenbelastungen (Strom- und Spannungsspitzen) ohne Schaden verarbeiten können. Wegen der hohen Spannungsspitzen an der induktiven Spule wirkt sich hierbei die balancierte Speisung der ICP-Spule besonders vorteilhaft auf den Erhalt günstiger Plasmaeigenschaften aus.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil eines gepulsten Betriebs der ICP-Quelle 13 ist, daß sich in den Pausen zwischen den Hochfrequenzleistungspulsen störende elektrische Aufladungen auf dem zu ätzenden Substrat 10 entladen können und damit die Profilkontrolle beim Ätzen insgesamt verbessert wird.

Typische Puls-zu-Pause-Verhältnisse liegen im übrigen zwischen 1:1 und 1:100 wobei die mittlere Plasmaleistung typischerweise 100 Watt bis 1000 Watt beträgt. Die Amplitude der einzelnen Hochfrequenzleistungspulse liegt zweckmäßig zwischen 500 Watt und 20.000 Watt, bevorzugt bei ca. 10.000 Watt.

Ein fünftes Ausführungsbeispiel sieht in Weiterführung des vierten Ausführungsbeispiels zusätzlich vor, daß zunächst wie vorstehend bereits erläutert ein gepulstes induktiv gekoppeltes Plasma 14 in einer ICP-Quelle 13 mit Magnetfeldunterstützung erzeugt wird. Dabei wird das über die Magnetfeldspule 21 erzeugte Magnetfeld, das in den vorausgehenden Ausführungsbeispielen stets zeitlich zumindest weitgehend konstant gehalten wurde, nunmehr ebenfalls gepulst.

Besonders bevorzugt erfolgt diese Pulsung des Magnetfeldes, die in einfacher Weise über entsprechende von der Stromversorgungseinheit 23 erzeugte Strompulse hervorgerufen wird,

derart, daß das Magnetfeld nur dann erzeugt wird, wenn gleichzeitig auch ein hochfrequentes Schwingungspaket oder ein Hochfrequenzleistungspuls zur Erzeugung bzw. Einkopplung von Plasmaleistung in das induktiv gekoppelte Plasma 14 an der ICP-Quelle 13 ansteht. Solange keine Plasmaleistung eingekoppelt oder kein Plasma angeregt wird, ist in der Regel auch keine Magnetfeldunterstützung erforderlich.

Eine mögliche und bevorzugte zeitliche Synchronisation von Hochfrequenzleistungspulsen zur Einkopplung von Plasmaleistung in das Plasma 14 und der Strompulse durch die Magnetfeldspule 21 wird dabei mit Hilfe der Figur 4 erläutert.

Dabei wird der Spulenstrom durch die Magnetfeldspule 21 jeweils kurz vor dem Anlegen eines hochfrequenten Schwingungspakets d.h. eines Hochfrequenzleistungspulses eingeschaltet und kurz nach dem Ende dieses Pulses wieder ausgeschaltet.

Die zeitliche Synchronisation der Strom- bzw. Hochfrequenzleistungspulse kann dabei in einfacher Weise durch einen beispielsweise in die Stromversorgungseinheit 23 integrierten, an sich bekannten Pulsgeber gewährleistet werden, der mit zusätzlichen Zeitgliedern versehen ist, um den Hochfrequenzleistungspuls mit einer gewissen Verzögerung von beispielsweise 10 % der eingestellten Hochfrequenzimpulsdauer nach dem Einschalten des Stroms der Magnetfeldspule 21 aufzuschalten bzw. diesen Strom mit einer gewissen Verzögerung von beispielsweise 10 % der eingestellten Hochfrequenzimpulsdauer nach dem Ende des Hochfrequenzleistungspulses wieder auszuschalten. Solche Synchronisationsschaltungen und entsprechenden Zeitglieder zur Herstellung der benötigten Zeitverzögerungen sind Stand der Technik und allgemein bekannt. Dazu ist die Stromversorgungseinheit 23 weiter mit dem ICP-Spulengenerator 17 in Verbindung.

Die zeitliche Synchronisation der Pulsung von Magnetfeld und eingekoppelter Plasmaleistung hat den großen Vorteil, daß damit die in der Magnetfeldspule 21 anfallende Ohmschen Wärmeverluste deutlich reduziert werden können. Damit werden Probleme der Kühlung und Temperaturkontrolle entschärft.

Wird beispielsweise die eingekoppelte Plasmaleistung mit einem Puls-zu-Pause-Verhältnis von 1:20 betrieben, so kann auch der Strom durch die Magnetfeldspule beispielsweise mit einem Puls-zu-Pause-Verhältnis von 1:18 gepulst werden. Dabei ist die Dauer eines Strompulses durch die Magnetfeldspule 21 bevorzugt stets etwas länger als die Dauer eines Hochfrequenzleistungspulses.

Durch diese Vorgehensweise verringert sich die Wärmeabfuhr der Magnetfeldspule 21 auf 1/18 des ursprünglichen Werts. Gleichzeitig sinkt auch der Verbrauch an elektrischer Energie entsprechend.

Typische Wiederholraten oder Pulsraten orientieren sich an der Induktivität der Magnetfeldspule 21, die die Änderungsgeschwindigkeit des Spulenstroms begrenzt. Eine Wiederholrate von einigen 10 Hz bis 10 kHz ist, abhängig von deren Geometrie, für die meisten Magnetfeldsspulen 21 realistisch. Typische Puls-zu-Pause-Verhältnisse für die Hochfrequenzleistungspulse liegen zwischen 1:1 und 1:100.

In diesem Zusammenhang ist weiter sehr vorteilhaft, die aus DE 197 34 278 bekannte und bereits erläuterte Apertur unterhalb der Magnetfeldspule 21 einige cm über dem Substrat 10 oder der Substratelektrode 11, die das Substrat 10 trägt, einzusetzen.

Durch diese Apertur verbessert sich einerseits Uniformität der Ätzung über die Substratoberfläche insbesondere mit einer symmetrisch gespeisten ICP-Quelle 13 deutlich. Gleichzeitig reduziert sie auch das zeitvariable Magnetfeld - die Transienten - am Ort des Substrates 10. Dabei führen Wirbelströme in dem Aperturring der Apertur zu einer Bedämpfung der zeitvariablen Magnetfeldanteile unmittelbar vor dem Substrat 10, so daß Induktionsvorgänge auf dem Substrat 10 selbst abgeschwächt werden.

Derartige sich ändernde Magnetfelder, sogenannte Transienten, könnten an Antennenstrukturen auf dem Substrat Spannungen induzieren, die ihrerseits wieder zu Schädigungen des Substrates führen können, wenn dieses beispielsweise integrierte Schaltkreise oder insbesondere Feldeffekttransistoren aufweist.

Im übrigen sei betont, daß es weiterhin vorteilhaft ist, auch die über die Substratelektrode 11 an dem Substrat 10 anliegende Hochfrequenzleistung zu pulsen, die zur Ionenbeschleunigung von dem Substratspannungsgenerator 12 erzeugt wird. Dieses Pulsen erfolgt dann bevorzugt ebenfalls zeitlich korreliert oder synchronisiert mit der Pulsung des Magnetfeldes und/oder der Pulsung der eingekoppelten Plasmaleistung.

Bezugszeichenlist

	1	frequenzselektives Bauteil
	1`	Filterkennlinie
5	1``	Stationärfrequenz
	2	Anpaßnetzwerk
	3	Leistungsverstärker
	4	Quarzoszillator
	5	Plasmaätzanlage
10	6	Schwingquarz
	7	Verzögerungsleitung
	8	Leitung
	9	Generatorsteuereingang
	9`	Generatorstatusausgang
15		
	10	Substrat
	11	Substratelektrode
	12	Substratspannungsgenerator
	13	ICP-Quelle
20	14	induktiv gekoppeltes Plasma
	15	Reaktor
	16	erster Impedanztransformator
	17	ICP-Spulengenerator
	18	zweiter Impedanztransformator
25	19	Gaszufuhr
	20	Gasabfuhr
	21	Magnetfeldspule
	22	Distanzstück
30	23	Stromversorgungseinheit
	24	Auskoppelkondensator
	25	Signalabgriff
	26	Mittelabgriff

5

Patentansprüche

10

15

20

1. Vorrichtung zum Ätzen eines Substrates (10), insbesondere eines Siliziumkörpers, mittels eines induktiv gekoppelten Plasmas (14), mit einer ICP-Quelle (13) zum Generieren eines hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeldes und einem Reaktor (15) zum Erzeugen des induktiv gekoppelten Plasmas (14) aus reaktiven Teilchen durch Einwirken des hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeldes auf ein Reaktivgas, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erstes Mittel vorgesehen ist, das zwischen dem Substrat (10) und der ICP-Quelle (13) ein statisches oder zeitlich variierendes Magnetfeld erzeugt.

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Mittel den Reaktor (15) zumindest bereichsweise zwischen ICP-Quelle (13) und Substrat (10) umgibt, wobei in diesem Bereich die Wand des Reaktors (15) von einem Distanzstück (22) gebildet ist.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Mittel eine Magnetfeldspule (21) mit zugehöriger Stromversorgungseinheit (23) oder ein Permanentmagnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Magnetfeldspule (21) erzeugte Magnetfeld mit der Stromversorgungseinheit (23) zeitlich variierbar, insbesondere pulsbar ist.

5

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (10) auf einer Substratelektrode (11) angeordnet und darüber mit einem Substratspannungsgenerator (12) mit einer kontinuierlichen oder zeitlich variierenden, insbesondere gepulsten Hochfrequenzleistung beaufschlagbar ist.

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (15) zwischen dem ersten Mittel zur Erzeugung des Magnetfeldes und dem Substrat (10) im Inneren eine konzentrisch zur Reaktorwand angeordnete Apertur aufweist.

15

7. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Mittel vorgesehen ist, mit dem eine mit der ICP-Quelle (13) in das induktiv gekoppelte Plasma (14) über das hochfrequente elektromagnetische Wechselfeld eingekoppelte Plasmaleistung einstellbar ist.

20

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Mittel ein ICP-Spulengenerator (17) ist, der eine variabel einstellbare, insbesondere periodisch variierende oder gepulste Hochfrequenzleistung erzeugt, die als Plasmaleistung in das Plasma (14) einkoppelbar ist.

25

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem ICP-Spulengenerator (17) eine mittlere Plasmaleistung von 300 Watt bis 5000 Watt in das induktiv gekoppelte Plasma (14) einkoppelbar ist.

30

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anpassung einer Ausgangsimpedanz des ICP-Spulengenerators (17) an eine von der eingekoppelten Plasmaleistung abhängige Plasmaimpedanz ein zweiter Impedanztransformator (18) in Form eines insbesondere balancierten symmetrischen Anpaßnetzwerkes vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Impedanztransformator (18) derart voreingestellt ist, daß bei einer vorgegebenen maximalen, in das induktiv gekoppelte Plasma (14) einzukoppelnden Plasmaleistung eine zumindest weitgehend optimale Impedanzanpassung gewährleistet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den ICP-Spulengenerator (17) Bauteile integriert sind, die zur Impedanzanpassung als Funktion der einzukoppelnden Plasmaleistung eine Variation der Frequenz des erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldes vornehmen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der ICP-Spulengenerator (17) zur Variation der Frequenz mit einem selbsttätig wirkenden Rückkopplungsschaltkreis mit einem frequenzselektiven Bauteil (1) versehen ist.

14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der ICP-Spulengenerator (17) mit mindestens einem geregelten Leistungsverstärker, einem frequenzselektiven Bandfilter mit einer zu erreichenden Stationärfrequenz (1") und einer Verzögerungsleitung (7) oder einem Phasenschieber versehen ist.

15. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ICP-

Spulengenerator (17) mit der Stromversorgungseinheit (23) und/oder dem Substratspannungsgenerator (12) in Verbindung steht.

- 5 16. Verfahren zum Ätzen eines Substrates (10), insbesondere eines Siliziumkörpers, mit einer Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei dem Ätzen ein statisches oder zeitlich variierendes, insbesondere periodisch variierendes oder gepul-
- 10 stes Magnetfeld erzeugt wird, dessen Richtung zumindest näherungsweise oder überwiegend parallel zu der durch die Verbindungslinie von Substrat (10) und induktiv gekoppeltem Plasma (14) definierten Richtung ist.
- 15 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld derart erzeugt wird, daß es sich in den Bereich des Substrates (10) und des induktiv gekoppelten Plasmas (14) erstreckt.
- 20 18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld mit einer Amplitude der Feldstärke im Inneren des Reaktors (15) zwischen 10 mTesla und 100 mTesla erzeugt wird.
- 25 19. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das induktiv gekoppelte Plasma (14) mit einem hochfrequenten elektromagnetischen Wechselfeld mit einer konstanten Frequenz oder mit einer innerhalb eines Frequenzbereiches um eine Stationärfrequenz (1'') variierenden Frequenz, insbesondere 13,56 MHz, erzeugt wird.
- 30 20. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Ätzen in alternierenden Ätz- und Passivierschritten erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,
daß das Ätzen bei einem Prozeßdruck von 5 μ bar bis 100 μ bar
und einer eingekoppelten mittleren Plasmaleistung von
300 Watt bis 5000 Watt erfolgt.

22. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,
daß über eine Stromversorgungseinheit (23) ein gepulstes Ma-
gnetfeld erzeugt wird, dessen Amplitude der Feldstärke im
Inneren des Reaktors (15) zwischen 10 mTesla und 100 mTesla
liegt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet,
daß das Magnetfeld mit einer Frequenz von 10 Hz bis 20 kHz
gepulst und ein Puls-Pause-Verhältnis von 1:1 bis 1:100 ein-
gestellt wird.

24. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine variabel einstell-
bare, insbesondere periodisch variierende oder gepulste
Hochfrequenzleistung erzeugt und als Plasmaleistung in das
induktiv gekoppelte Plasma (14) eingekoppelt wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet,
daß zur Erzeugung der Plasmaleistung ein ICP-Spulengenerator
(17) mit einer Frequenz von 10 Hz bis 1 MHz gepulst betrie-
ben und damit eine mittlere Plasmaleistung von 300 Watt bis
5000 Watt in das induktiv gekoppelte Plasma (14) eingekop-
pelt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet,
daß der ICP-Spulengenerator (17) mit einem Puls-Pause-
Verhältnis von 1:1 bis 1:100 betrieben wird.

27. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulsen der eingekoppelten Plasmaleistung von einer Veränderung der Frequenz der eingekoppelten Hochfrequenzleistung begleitet wird.

5

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzveränderung so gesteuert wird, daß die während des Pulsens in das induktiv gekoppelte Plasma (14) eingekoppelte Plasmaleistung maximal ist.

10

29. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der ICP-Spulengenerator (17) in Form einer selbsttätig wirkenden Rückkopplungsschaltung betrieben wird und die Frequenz der erzeugten Hochfrequenzleistung, die das eingekoppelte hochfrequente elektromagnetische Wechselfeld bildet, um die Stationärfrequenz (1'') variiert wird.

15

30. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulsen des Magnetfeldes mit dem Pulsen der eingekoppelten Plasmaleistung und/oder dem Pulsen der über den Substratspannungsgenerator (12) in das Substrat (10) eingekoppelten Hochfrequenzleistung zeitlich korreliert oder synchronisiert wird.

20

31. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisation derart erfolgt, daß vor einem Hochfrequenzleistungspuls des ICP-Spulengenerators (30) zum Einkoppeln der Plasmaleistung in das induktiv gekoppelte Plasma (14) zunächst das Magnetfeld angelegt wird, und daß das Magnetfeld erst nach dem Abklingen dieses Hochfrequenzleistungspulses wieder abgeschaltet wird.

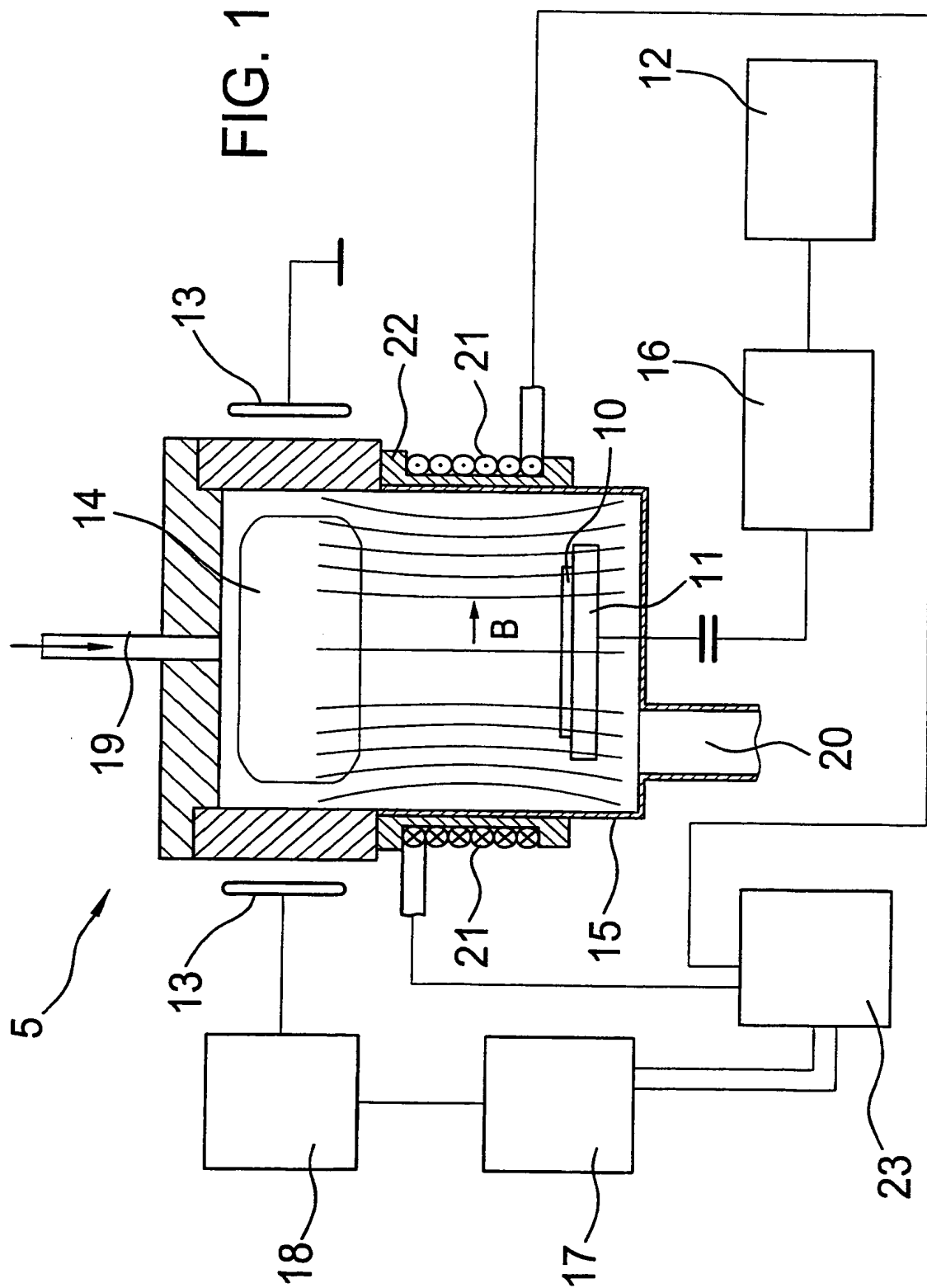
25

30

32. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß das Puls-Pause-Verhältnis der Magnetfeldpulse größer als

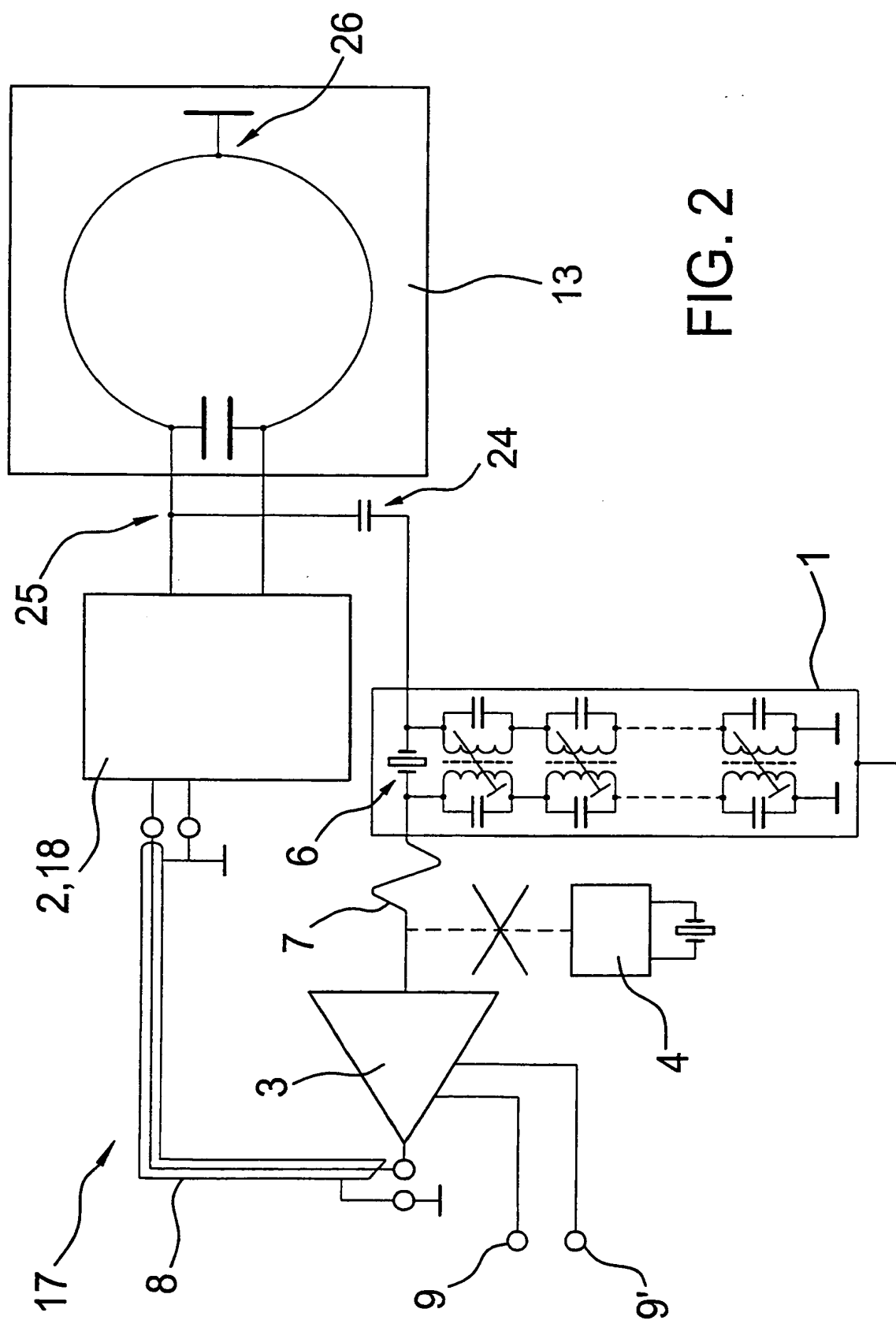
das Puls-Pause-Verhältnis der Hochfrequenzleistungspulse ist und das Magnetfeld während der Hochfrequenzleistungspulse zumindest nahezu konstant gehalten wird.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/3

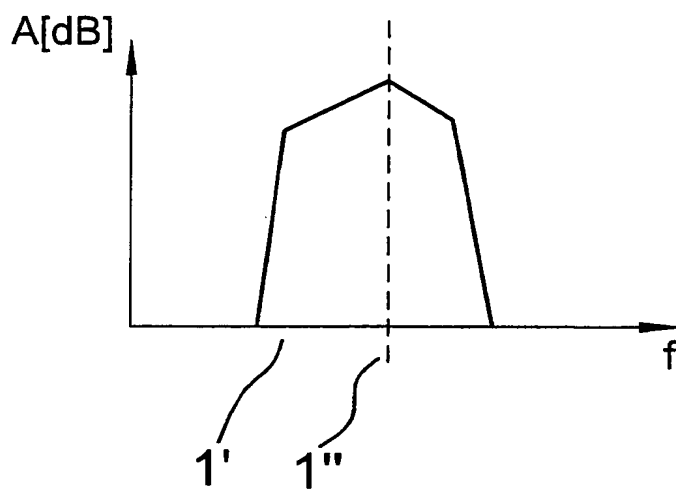
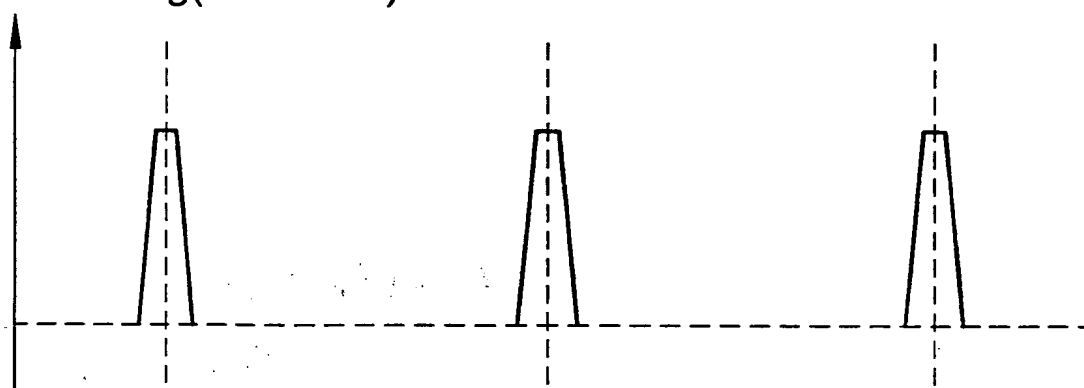


FIG. 3

Hochfrequenz-
Leistung(HF-Pulse)



Magnetspulen-
Strom(Strom-Pulse)

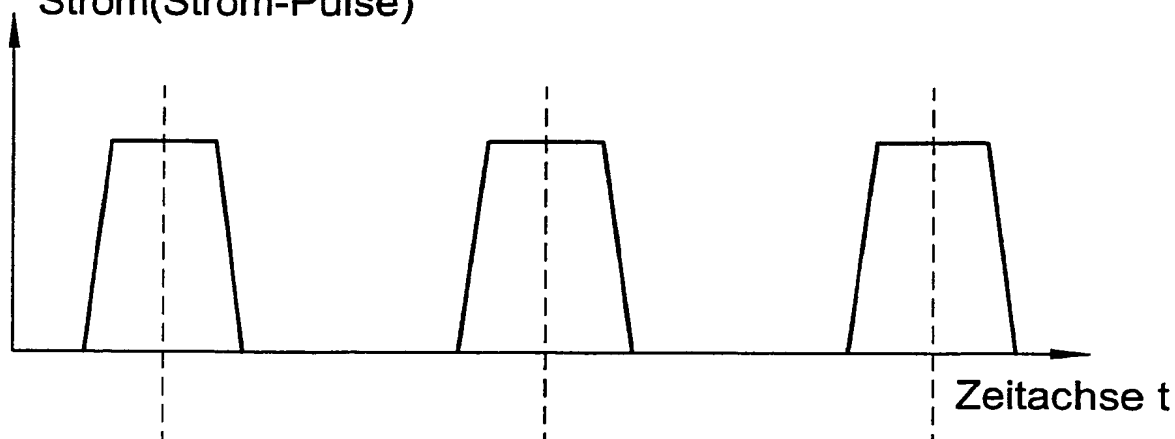


FIG. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/01836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01J37/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 849 766 A (APPLIED MATERIALS INC) 24 June 1998 (1998-06-24) page 2, line 34 - line 51 page 4, line 15 -page 5, line 33 page 10, line 28 - line 47 page 13, line 1 -page 14, line 7 figure 2	1,3,5, 15-17
X	US 5 648 701 A (HOOKE WILLIAM M ET AL) 15 July 1997 (1997-07-15) column 4, line 66 -column 6, line 34	1,3,4,16
P,X A	WO 99 50883 A (APPLIED MATERIALS INC) 7 October 1999 (1999-10-07) page 5, paragraph 1 - paragraph 3 page 13, paragraph 2 -page 15, paragraph 3 figures 5-13	1,3-5, 16,17 22,23
-/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
* Special categories of cited documents :		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">15 November 2000</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">22/11/2000</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Aguilar, M.</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/01836

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 14177 A (MATTSON TECH INC) 17 April 1997 (1997-04-17) page 6, line 27 -page 10, line 3 page 12, line 20 -page 14, line 3 page 16, line 7 -page 18, line 2 figures 1,3,4	7,8,15, 19,24-29
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 08, 30 June 1998 (1998-06-30) & JP 10 064696 A (TOKYO ELECTRON LTD), 6 March 1998 (1998-03-06) abstract	10-14
P,A	& US 5 997 687 A (KOSHIMIZU CHISIO) 7 December 1999 (1999-12-07) column 2, line 42 -column 3, line 14 column 5, line 45 -column 6, line 26 column 10, line 59 - line 65	10-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01836

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0849766 A	24-06-1998	DE 69226253 D	20-08-1998
		DE 69226253 T	17-12-1998
		EP 0552491 A	28-07-1993
		JP 9027485 A	28-01-1997
		JP 2625072 B	25-06-1997
		JP 6112166 A	22-04-1994
		US 5888414 A	30-03-1999
		EP 0520519 A	30-12-1992
		EP 0552490 A	28-07-1993
		JP 2635267 B	30-07-1997
		JP 5206072 A	13-08-1993
US 5648701 A	15-07-1997	AU 5017293 A	29-03-1994
		WO 9406263 A	17-03-1994
WO 9950883 A	07-10-1999	US 6085688 A	11-07-2000
WO 9714177 A	17-04-1997	US 5983828 A	16-11-1999
JP 10064696 A	06-03-1998	US 5997687 A	07-12-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

donales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01836

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01J37/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIATE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 HO1J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 849 766 A (APPLIED MATERIALS INC) 24. Juni 1998 (1998-06-24) Seite 2, Zeile 34 - Zeile 51 Seite 4, Zeile 15 -Seite 5, Zeile 33 Seite 10, Zeile 28 - Zeile 47 Seite 13, Zeile 1 -Seite 14, Zeile 7 Abbildung 2	1,3,5, 15-17
X	US 5 648 701 A (HOOKE WILLIAM M ET AL) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Spalte 4, Zeile 66 -Spalte 6, Zeile 34	1,3,4,16
P,X A	WO 99 50883 A (APPLIED MATERIALS INC) 7. Oktober 1999 (1999-10-07) Seite 5, Absatz 1 - Absatz 3 Seite 13, Absatz 2 -Seite 15, Absatz 3 Abbildungen 5-13	1,3-5, 16,17 22,23

-/-

X Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

X Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

¹ Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist.

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. November 2000

Abgabedatum des internationalen Forschungsberichts

22/11/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Aguilar, M.

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 14177 A (MATTSON TECH INC) 17. April 1997 (1997-04-17) Seite 6, Zeile 27 -Seite 10, Zeile 3 Seite 12, Zeile 20 -Seite 14, Zeile 3 Seite 16, Zeile 7 -Seite 18, Zeile 2 Abbildungen 1,3,4	7,8,15, 19,24-29
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 08, 30. Juni 1998 (1998-06-30) & JP 10 064696 A (TOKYO ELECTRON LTD), 6. März 1998 (1998-03-06) Zusammenfassung	10-14
P,A	& US 5 997 687 A (KOSHIMIZU CHISIO) 7. Dezember 1999 (1999-12-07) Spalte 2, Zeile 42 -Spalte 3, Zeile 14 Spalte 5, Zeile 45 -Spalte 6, Zeile 26 Spalte 10, Zeile 59 - Zeile 65	10-14

INTERNATIONALER RECHTSSUCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01836

Im Rechtsuchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(r) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0849766 A	24-06-1998	DE 69226253 D	20-08-1998
		DE 69226253 T	17-12-1998
		EP 0552491 A	28-07-1993
		JP 9027485 A	28-01-1997
		JP 2625072 B	25-06-1997
		JP 6112166 A	22-04-1994
		US 5888414 A	30-03-1999
		EP 0520519 A	30-12-1992
		EP 0552490 A	28-07-1993
		JP 2635267 B	30-07-1997
		JP 5206072 A	13-08-1993
US 5648701 A	15-07-1997	AU 5017293 A	29-03-1994
		WO 9406263 A	17-03-1994
WO 9950883 A	07-10-1999	US 6085688 A	11-07-2000
WO 9714177 A	17-04-1997	US 5983828 A	16-11-1999
JP 10064696 A	06-03-1998	US 5997687 A	07-12-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

4T

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference R. 36033 Kut/Hx	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/01836	International filing date (day/month/year) 06 June 2000 (06.06.00)	Priority date (day/month/year) 20 July 1999 (20.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01J 37/32		
Applicant ROBERT BOSCH GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 8 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☒ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 02 December 2000 (02.12.00)	Date of completion of this report 07 September 2001 (07.09.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Basis of the report**1. With regard to the elements of the international application:***

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-30 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-32 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages _____ 1-3 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/01836

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	2, 6-14, 20, 22-29	YES
	Claims	1, 3-5, 15-19, 21	NO
Inventive step (IS)	Claims	10-14, 22-23	YES
	Claims	1-9, 15-21, 24-29	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-29	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. Reference is made to the following documents:

D1: EP-A2-0 849 766

D2: US-A-5 648 701

D3: WO-A-99/50883

D4: DE-C-197 34 278 (cited in the application)

D5: WO-A-97/14177.

2. The subject matter of independent Claims 1 and 16 is not novel (PCT Article 33(2)) for the following reasons:

2.1 Document D1 already discloses a device and a method for etching a silicon substrate by means of an inductively coupled RF plasma (see Figure 2 with corresponding text, in particular page 4, lines 15-19; page 5, lines 41-44), in which a magnetic field coil or a permanent magnet (81) generates a static magnetic field between the substrate (5) and an ICP source (30) (see page 5, lines 1-3 and Figure 14A).

2.2 Document D2 also discloses a plasma reactor (see Figures 1 and 4 and corresponding text) in which, by means of an ICP source (11, 22) an inductively

THIS PAGE BLANK (USPTO)

coupled RF plasma (21) is generated in the reactor (10, 20) and, by means of an additional magnetic field generator, a static or temporally variable magnetic field is generated between a substrate and ICP source (see column 5, lines 16-18; column 9, line 54 to column 10, line 2). This reactor is used for the chemical processing of substrates (see column 1, lines 35-42), understood by a person skilled in the art to include etching processes.

- 2.3 Pursuant to PCT Rule 70.10 (see Box VI of this report), reference is also made to the ICP reactor inclusive of the etching process as per document D3, which is prejudicial to novelty (see Figure 5 with corresponding text, in particular page 5, first to third paragraphs).
3. Dependent Claims 2-9, 15, 17-21 and 24-29 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer, meet the PCT requirements for novelty or inventive step. The reasons for this finding are as follows:

Claims 2-3:

A magnet surrounding the reactor between the ICP source and the substrate is known from D1, D2 and D3. The use of a separator is regarded as a conventional measure that does not involve an inventive step.

Claim 4:

A temporally variable magnetic field is known from D2 (see column 5, lines 16-18) and D3 (see Figure 9 with corresponding text, in particular page 17, lines 5-9). The use of a magnetic field coil with a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

current supply unit for generating such a field is considered to be an implicit feature of D2 and D3.

Claim 5:

Impinging the substrate on a substrate electrode using continuous or temporally variable high-frequency power by means of a substrate voltage generator is known from D1 (see page 9, line 48 to page 10, line 1; page 10, lines 30-47) and D3 (see page 9, first paragraph).

Claim 6:

The use of an aperture in an inductively coupled plasma etcher is known from D4 (see Figure 2 with corresponding text). A person skilled in the art would readily provide such an aperture in the D1 reactor in order to produce a corresponding electron/ion recombination surface (PCT Article 33(3)).

Claims 7-9:

The use of an ICP coil generator for setting the high-frequency plasma power in the region of 1-2 kW is a conventional measure that at least does not involve an inventive step (see Examples 1 and 3 with variable generator power (1500 W or 2000 W) in D1, as well as Figure 1 and column 2, lines 1-2 of D2). The use of pulsed power coupling is suggested by D5 (see page 12, line 20 to page 14, line 3).

Claim 15:

An ICP coil generator connected to a substrate voltage generator is known from D1 (see page 10, lines 30-47).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Claim 17:

A magnetic field that extends in the region of the substrate and the inductively coupled plasma is known from D1 (see Figure 2).

Claims 18-19:

A magnetic field of at least 10 mT (100 G) and a constant frequency of 13.56 MHz for the coupled RF field are known from D2 (see Claim 61 and column 6, line 65).

Claim 20:

A person skilled in the art would readily use this method, which is known per se (see the present description, page 5, lines 23-28), in the D1 reactor or the D2 reactor (PCT Article 33(3)).

Claim 21:

D1 discloses a processing pressure of 3 μ bar to 40 μ bar (0.3 Pa to 4 Pa) and a plasma power of 1500 to 2000 Watt (see Examples 1 and 3).

Claims 24-29:

The features of these claims are suggested by D5 (see page 6, line 27 to page 10, line 3; page 12, line 20 to page 14, line 3; page 16, line 7 to page 18, line 2; Figures 1, 3 and 4).

4. The additional features of dependent Claims 10-14 and 22-23 are neither anticipated nor suggested by the currently available prior art. In particular, the prior art does not describe the characteristic features defined in Claims 10-14, that is the impedance adaptation in connection with the ICP coil transformer for an etching reactor, or the strengths

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/01836

and frequencies of the pulsed magnetic field within
the reactor, as defined in Claims 22-23.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/01836

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite documents D1 and D2 nor the relevant prior art disclosed therein.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/01836

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

Claim 10 is unclear, since there is no reference in Claim 7 to "the" ICP coil generator.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

REC'D 11 SEP 2001

WIPO

PCT

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

51



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R. 36033 Kut/Hx	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01836	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 06/06/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 20/07/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01J37/32		
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 8 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☒ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 02/12/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 07.09.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Meul, H Tel. Nr. +49 89 2399 2494 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **B standteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-30 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-32 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1-3 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	2,6-14,20,22-29
	Nein: Ansprüche	1,3-5,15-19,21
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	10-14,22-23
	Nein: Ansprüche	1-9,15-21,24-29
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-29
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VI. Bestimmte angeführte Unterlagen

1. Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10)

und / oder

2. Nicht-schriftliche Offenbarungen (Regel 70.9)

siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Regel 66.2 (a) (ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: EP 0 849 766 A2

D2: US 5,648,701 A

D3: WO 99/50883 A

D4: DE 197 34 278 C (in Anmeldung zitiert)

D5: WO 97/14177 A

2. Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 1 und 16 ist im Sinne von Artikel 33.2 PCT aus folgenden Gründen nicht neu:
- 2.1 Aus dem Dokument D1 ist bereits eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ätzen eines Siliziumsubstrates mittels eines induktiv gekoppelten RF Plasmas bekannt (vgl. Fig.2 mit zugehörigem Text, insbesondere S. 4, Z. 15-19; S. 5, Z. 41-44), bei welchen eine Magnetfeldspule oder ein Permanentmagnet (81) zwischen dem Substrat (5) und einer IPC-Quelle (30) ein statisches Magnetfeld erzeugt (vgl. S. 5, Z. 1-3 und Fig. 14A).
- 2.2 Auch s dem Dokument D2 ist ein Plasma-Reaktor bekannt (vgl. Fig. 1 und 4 mit zugehörigem Text); bei dem mittels IPC-Quelle (11, 22) im Reaktor (10, 20) ein induktiv gekoppeltes RF Plasma (21) und mittels zusätzlichem Magnetfelderzeuger zwischen einem Substrat und der IPC-Quelle ein statisches oder zeitlich variierendes Magnetfeld erzeugt werden (vgl. Sp. 5, Z. 16-18; Sp. 9, Z. 54 bis Sp. 10, Z. 2). Dieser Reaktor dient zum chemischen Prozessieren von Substraten (vgl. Sp. 1, Z. 35-42), worunter der Fachmann insbesondere Ätzprozesse versteht.
- 2.3 Es wird nach Regel 70.10 PCT (vgl. Punkt VI dieses Bescheids) auch auf die Neuheitsschädlichkeit des IPC-Reaktors inklusive Ätzverfahren gemäß Dokument D3 hingewiesen (vgl. Fig.5 mit zugehörigem Text, insbesondere S. 5, Abs. 1-3).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3. Die abhängigen Ansprüche 2-9, 15, 17-21, 24-29 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit bzw. erfinderische Tätigkeit erfüllen. Die Gründe dafür sind die folgenden:

Ansprüche 2-3:

Ein den Reaktor zwischen IPC-Quelle und Substrat umgebender Magnet ist aus D1, D2 oder D3 bekannt. Die Verwendung eines Distanzstückes wird als fachübliche Maßnahme angesehen, die auf keiner erfinderischen Tätigkeit beruht.

Anspruch 4:

Ein zeitlich variierbares Magnetfeld ist aus D2 (vgl. Sp. 5, Z. 16-18) oder D3 (vgl. Fig. 9 mit zugehörigem Text, insbesondere S. 17, Z. 5-9) bekannt. Die Verwendung einer Magnetfeldspule mit Stromversorgungseinheit zu Erzeugung eines solchen Feldes wird als ein implizites Merkmal von D2 oder D3 angesehen.

Anspruch 5:

Die Beaufschlagung des Substrats auf einer Substratelektrode mit einer kontinuierlichen oder zeitlich variierenden Hochfrequenzleistung mittels Substratspannungsgenerators ist aus D1 (vgl. S. 9, Z. 48 bis S. 10, Z. 1; S. 10, Z. 30-47) oder D3 (vgl. S. 9, Abs. 1) bekannt.

Anspruch 6:

Die Verwendung einer Apertur in einem induktiv gekoppeltem Plasma-Ätzer ist aus D4 bekannt (vgl. Fig. 2 mit zugehörigem Text). Der Fachmann würde eine solche Apertur ohne weiteres auch in dem D1 Reaktor vorsehen, um eine entsprechende Elektron-/Ionen-Rekombinationsoberfläche zu erzeugen (Artikel 33.3 PCT).

Ansprüche 7-9:

Die Verwendung eines IPC-Spulengenerators zur Einstellung der hochfrequenten Plasmaleistung im Bereich 1-2 kW ist eine fachübliche Maßnahme, die zumindest nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht (vgl. Beispiele 1 und 3 mit variierter Generatorleistung (1500 W bzw. 2000 W) in D1 sowie Fig. 1 und Sp. 2, Z. 1-2 in D2). Die Verwendung gepulster Leistungseinkopplung ist durch D5 nahegelegt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(vgl. S. 12, Z. 20 bis S. 14, Z. 3).

Anspruch 15:

Ein IPC-Spulengenerator, der mit einem Substratspannungsgenerator in Verbindung steht, ist aus D1 bekannt (vgl. S. 10, Z. 30-47).

Anspruch 17:

Ein Magnetfeld, das sich in den Bereich des Substrats und des induktiv gekoppelten Plasmas erstreckt, ist aus D1 bekannt (vgl. Fig. 2).

Ansprüche 18-19:

Ein Magnetfeld von wenigstens 10 mT (100 G) und eine konstante Frequenz von 13.56 MHz für das eingekoppelte RF Feld sind aus D2 bekannt (vgl. Anspruch 61 und Sp. 6, Z. 65).

Anspruch 20:

Der Fachmann würde dieses an sich bekannte Verfahren (vgl. vorliegende Beschreibung S. 5, Z. 23-28) ohne weiteres auch in dem D1 Reaktor oder dem D2 Reaktor einsetzen (Artikel 33.3 PCT).

Anspruch 21:

D1 offenbart einen Prozeßdruck von 3 µbar - 40 µbar (0.3 Pa - 4 Pa) und eine Plasmaleistung von 1500 - 2000 Watt (vgl. Beispiele 1 und 3).

Ansprüche 24-29:

Die Merkmale dieser Ansprüche werden durch D5 nahegelegt (vgl. S. 6, Z. 27 bis S. 10, Z. 3; S. 12, Z. 20 bis S. 14, Z. 3; S. 16, Z. 7 bis S. 18, Z. 2; Fig. 1, 3, 4).

4. Die zusätzlichen Merkmale der abhängigen Ansprüche 10-14 sowie 22-23 sind durch den derzeit verfügbaren Stand der Technik weder vorweggenommen noch nahegelegt. Insbesondere werden nirgendwo die in den Ansprüchen 10-14 definierten Besonderheiten der Impedanzanpassung im Zusammenhang mit dem ICP-Spulentransformator für einen Ätzreaktor oder die in den Ansprüchen 22-23 definierten Stärken und Frequenzen des gepulsten Magnetfeldes im Inneren des

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Reaktors beschrieben.

Zu Punkt VI

Bestimmte angeführte Unterlagen

Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10)

Anmelde Nr. Patent Nr.	Veröffentlichungsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (zu Recht beansprucht) (Tag/Monat/Jahr)
WO 99/50883 A1 (=D3)	07.10.1999	09.03.1999	27.03.1998

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

1. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D2 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Ein Klarheitsmangel ergibt sich in Anspruch 10, weil für "den" ICP-Spulen-generator in Anspruch 7 kein Bezug existiert.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/031842

JC12 Re

CT/PTO

22 JAN 2002

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No. PCT/DE00/01836

I. Basis of the report

1. This report has been prepared on the basis of (Substitute sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments):

Specification, pages:

1-30 original version

Patent claims, nos.:

1-32 original version

Drawings, sheets:

1-3 original version

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step and industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. STATEMENT

Novelty (N)

Yes: claims 2,6-14,20,22-29

No: claims 1,3-5,15-19,21

Inventive step (IS)

Yes: claims 10-14,22-23

No: claims 1-9,15-21,24-29

Industrial applicability (IA) Yes: claims 1-29

No: claims

24244510538

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT
International application No. PCT/DE00/01836

2. CITATIONS AND EXPLANATIONS

see appended sheet

VI. Particular citations

1. Particular published documents (Rule 70.10)

and/or

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

see appended sheet

VII. Particular flaws of the international application

It was determined that the international application has the following flaws with regard to form or content:

see appended sheet

**VIII. Specific Comments on the International Patent
Application**

The following comments can be made regarding the clarity of the patent claims, the description and the drawings of the question of whether the claims are fully supported by the description:

see appended sheet

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT - SUPPLEMENT
International Reference PCT/DE00/01836

Re Point V:

Substantiated Determination under Article 66.2 (a)(ii),
regarding the Novelty, Inventive Activity, and the Industrial
Applicability; Documents and Explanations in Support of this
Determination

1. Reference is made to the following documents:

D1: EP 0 849 766 A2	D2: US 5,648,701 A
D3: WO 99/50883 A	D4: DE 197 34 278 C (cited in the Application)
D5: WO 97/14177 A	

2. The subject matter of independent Claims 1 and 16 is not
novel in the sense of Article 33.2 PCT for the following
reasons:

- 2.1 From document D1 a device and a method for etching a
silicon substrate with the aid of an inductively coupled
RF plasma are already known (cf Figure 2 with the
appertaining text, especially page 4, lines 15-19; page
5, lines 41-44), in which a magnetic field coil or a
permanent magnet (81) produces a static magnetic field
between the substrate (5) and an IPC source (cf page 5,
lines 1-3 and Figure 14A).
- 2.2 Also from document D2 a plasma reactor is known (cf
Figures 1 and 4 with appertaining text), in which, with
the aid of IPC source (11, 22), in the reactor (10, 20),
an inductively coupled RF plasma (21) is produced, and,
with the aid of an additional magnetic field generator, a
static or timewise varying magnetic field is produced (cf

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT - SUPPLEMENT
International Reference PCT/DE00/01836

column 5, lines 16-18; column 9, lines 54 to column 10, line 2). This reactor is used for chemical processing of substrates (cf column 1, lines 35-42), by which one skilled in the art understands especially etching processes.

- 2.3 In line with Article 70.10 PCT (cf Point VI of this Action), we refer to the IPC reactor including the etching method according to document D3 as being prejudicial to novelty (cf Figure 5 with appertaining text, especially page 5, paragraphs 1-3). 1-3).
3. Dependent Claims 2-9, 15, 17-21, 24-29 do not include any features that, in combination with the features of any claim to which they relate, fulfill the requirements of the PCT with regard to novelty and inventive activity. The reasons for this are as follows:

Claims 2-3

A magnet surrounding the reactor between IPC source and substrate is known from D1, D2 or D3. The use of a spacer is regarded as a measure usual in the field, which is not based on any inventive activity.

Claim 4:

A timewise variable magnetic field is known from D2 (cf column 5, lines 16-18) or D3 (cf Figure 9 with appertaining text, especially page 17, lines 5-9). The use of a magnetic field coil having a current supply unit for generating such a field is regarded as an implicit feature of D2 or D3.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT - SUPPLEMENT
International Reference PCT/DE00/01836

Claim 5:

The application to the substrate on a substrate electrode of a continuous or timewise varying high frequency power with the aid of substrate voltage generators is known from D1 (cf page 9, lines 48 to page 10, line 1, page 10, lines 30-47) or D3 (cf page 9, paragraph 1). xxx

Claim 6:

The use of an aperture in an inductively coupled plasma etcher is known from D4 (cf Figure 2 with appertaining text). One skilled in the art would provide such an aperture without further consideration, even in the D1 reactor, in order to produce an appropriate electron/ion recombination surface (Article 33.3 PCT).

Claims 7-9

The use of an IPC coil generator for setting the high frequency plasma power in the range of 1-2 kW is a measure usual in the field, which is at least not based on inventive activity (cf examples 1 and 3 having varied generator power (1500 watt or 2000 watt) in D1 as well as Figure 1 and column 2 lines 1-2 in D2). The use of pulsed coupled-in power is made obvious by D5 (cf page 12, lines 20 to page 14, line 3).

Claim 15:

An IPC coil generator, which is in connection with a substrate voltage generator, is known from D1 (cf page 10, lines 30-47).

Claim 17:

A magnetic field, which extends into the region of the substrate and of the inductively coupled plasma, is known

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT - SUPPLEMENT
International Reference PCT/DE00/01836

from D1 (cf Figure 2).

Claims 18-19

A magnetic field of at least 10 mT (100 G) and a constant frequency of 13.56 Mhz for the coupled-in RF field are known from D2 (cf claim 61 and column 6, line 65).

Claim 20:

One skilled in the art would use this method known per se (cf present description page 5, lines 23-28) without further consideration also in the D1 reactor or in the D2 reactor (Article 33.3 PCT).

Claim 21:

D1 describes a process pressure of 3 μ bar - 40 μ bar (0.3 Pa - 4 Pa) and a plasma power of 1500 - 2000 watt (cf examples 1 and 3).

Claims 24-29

The features of these claims are made obvious by D5 (cf page 6, line 27 to page 10, line 3; page 12, line 20 to page 14, line 3; page 16, line 7 to page 18, line 2; Figures 1, 3, 4).

4. The additional features of dependent Claims 10-14 as well as 22-23 are neither anticipated nor made obvious by the currently available related art. In particular, nowhere is there a description of the special features, defined in Claims 10-14, of the impedance matching in connection with the ICP coil transformer for an etching reactor, or of the strengths and frequencies of the pulsed magnetic field on the inside of the reactor, defined in Claims 22-23.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT - SUPPLEMENT
International Reference PCT/DE00/01836

Re Point VI:

Particular Citations

Particular published documents (Rule 70.10)

Application #	Publication Date	Application Date	Priority Date
Patent No.	(day/month/year)	(day/month/year)	(day/mo/y)
WO 99/50883 A1	10/07/1999	09.03.1999	27.03.1998

Re Point VII:

Specific Shortcomings of the International Application

1. In contradiction to the requirements of Rule 5.1 a) ii) PCT, neither the relevant related art disclosed in the documents D1 and D2, nor this document, is mentioned in the Specification.

Re Section VIII:

Specific Remarks regarding the International Application

1. There is a lack of clarity in Claim 10, because there exists no reference to "the" ICP coil generator in Claim 7.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Date of mailing: 25 January 2001 (25.01.01)	
International application No.: PCT/DE00/01836	Applicant's or agent's file reference: R. 36033 Kut/Hx
International filing date: 06 June 2000 (06.06.00)	Priority date: 20 July 1999 (20.07.99)
Applicant: BECKER, Volker et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:
02 December 2000 (02.12.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer: J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)